



Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

TREBALL FINAL DE GRAU

TÍTOL:

**Optimització dels recursos en una fàbrica
d'Indonèsia i posterior aplicació al món
occidental.**

AUTOR: Clara Casademont Caveró i Núria Vendrell Ravetllat

TITULACIÓ: Grau en Enginyeria Mecànica

DIRECTOR: Juan Jose Aliau i Pons

DEPARTAMENT: Expressió Gràfica a l'Enginyeria

DATA: 29/4/2015

TÍTOL:

Optimització dels recursos en una fàbrica d'Indonèsia i posterior aplicació al món occidental.

COGNOMS: Casademont Caveró

NOM: Clara

COGNOMS: Vendrell Ravetllat

NOM: Núria

TITULACIÓ: Grau en Enginyeria Mecànica

PLA:

DIRECTOR: Juan Jose Aliau i Pons

DEPARTAMENT: Expressió Gràfica a l'Enginyeria

QUALIFICACIÓ DEL PFC

TRIBUNAL

PRESIDENT

SECRETARI

VOCAL

DATA DE LECTURA:

Aquest Projecte té en compte aspectes mediambientals: ☒ Sí ☐ No

TREBALL FINAL DE GRAU

RESUM (màxim 50 línies)

El treball que llegirà a continuació està dividit en dues parts les quals estan relacionades entre sí però tenen finalitats diferents. La primera part es basa en la optimització dels recursos a OTAZEN (una fàbrica de mobles de fusta d'Indonèsia) i la segona es tracta de l'adaptació d'aquesta optimització en el món occidental.

L'objectiu principal de la primera part ha estat el de detectar un problema que tingués l'empresa i arribar a dissenyar un producte/servei per a solucionar-lo. Aquest procés ha estat realitzat íntegrament a Indonèsia en una estada de 4 mesos a l'empresa OTAZEN i es basa en una barreja entre investigació, experimentació, disseny i producció totalment autònoma.

El problema detectat va ser el de la sobreproducció de serradures que tenia la fàbrica diàriament, juntament amb la dificultat d'emmagatzematge d'aquestes i la necessitat de rebutjar-les sense treure'n cap benefici. Després de diferents investigacions, experimentacions i assaigs es va arribar a la conclusió que es podien crear briquetes de fusta (realitzades amb aquestes serradures sobrants) i que aquestes es poguessin fer servir per a llençar-les a la caldera la qual activa els forns d'assecat dels grans taulons de fusta utilitzats per a la creació dels mobles. En aquell moment, a la fàbrica, la única manera que hi havia de mantenir la caldera en marxa era llençant llenya, que s'havia de comprar a un proveïdor extern perquè amb la pròpia de la fàbrica no hi havia suficient. Amb aquesta nova idea, a més de solucionar un problema, l'empresa aconseguia un benefici extra i aconseguíem crear així un cicle tancat més sostenible. Una vegada es va demostrar als gerents de la fàbrica que aquesta era la millor solució es va haver de dissenyar com hauria de ser la màquina que fabriqués aquestes briquetes amb relativa rapidesa i senzillesa i seguint un seguit de condicionants imposats per l'empresa, el més important; que fos a cost zero. Una vegada el disseny va ser acceptat es va començar la seva construcció millorant el disseny a cada pas per aconseguir una millor eficàcia. Finalment es va presentar a tots els treballadors i es va fer una classe pràctica de com fer-la servir.

Una vegada acabada l'estada i de tornada cap al món occidental ens vam adonar que actualment a tot Europa la gent s'està conscienciant cada vegada més amb la sostenibilitat, el reciclatge, la reutilització de les coses, la compra de productes ecològics... i això fa sorgir una oportunitat de mercat Europea a la nostra creació d'Indonèsia.

Per tant, la segona part d'aquest treball, ha estat enfocada cap a l'adaptació de la solució construïda al sud-est asiàtic (amb les eines i recursos que hi havia allà) al món occidental.

Aquesta adaptació està basada en diferents aspectes com: l'automatització total de la maquinaria (la qual anteriorment era totalment manual), l'estudi de tot el procés que seguirà, els càlculs de tots els elements i de la geometria, el càlcul dels costos (que en aquest cas no són zero) i sobretot l'aplicació de les normatives vigents (les quals a Indonèsia són inexistents).

Finalment, amb aquests inputs, s'ha dissenyat una màquina de transferència de 4 estacions on es produeix tot el sistema de conformat de les briquetes totalment automàtic i aquesta zona de conformat està recolzada per dues zones més (de mesclat i d'assecat), externes a la màquina de transferència, que acaben de definir tot el sistema. S'ha intentat construir tota la línia amb la major part d'elements normalitzats per a una millor implantació, garantia, recanvis... i els elements que han hagut de ser personalitzats han estat dissenyats per a una fàcil fabricació, producció, construcció i manteniment i seguint les normatives vigents.

Paraules clau (màxim 10):

Reciclatge	Briqueta	Fusta	Serradures
Energia	Transfer	Optimització	Adaptació
Biomassa			

FINAL GRADE PROJECT

ABSTRACT (50 lines maximum)

The project you will read below is divided in two parts which are related to each other but have different purposes. The first part is based on the optimization of resources in OTAZEN (wooden furniture factory in Indonesia) and the second part is the adaptation of this optimization in the western world.

The main objective of the first part was to detect a problem the company had and to design a product / service to solve it. This process has been made entirely in Indonesia in a 4-month stayed at the company OTAZEN and is based on a mix of research, experimentation, design and production completely independent.

The problem founded was the overproduction of sawdust that had the factory every day, along with the difficulty of storing it and rejected it without any benefit.

After several investigations, experiments and testing was concluded that we could create wood briquettes (made with this leftover sawdust) and these could be used to throw it in the boiler which activates the ovens which are drying the major planks of wood used for the creation of furniture.

At that time, the only way was to keep the boiler was throwing up firewood, which had to buy to an extern supplier because the factory's firewood was not enough. With this new idea, we solve a problem and also the company got an extra benefit and we achieve a more sustainable closed cycle. Once we demonstrated to the factory managers that this was the best solution, we had to design the machine which creates the wood briquettes with relative speed and simplicity following some conditions imposed by the company, the most important; it will be for free for the company. Once the design was accepted began its construction to improve the design at every step to achieve better efficiency. Finally was presented to all employees and became a practical lesson on how to use it.

When the stay finished and we return to the western world we realized that nowadays in Europe people are becoming more aware sustainability, recycling, reusing things, buying organic products... and this raises a European market opportunity for our solution in Indonesia. Therefore, the second part of this project has been focused on adapting the solution constructed in Southeast Asia (with the tools and resources that were there) in the western world. This adaptation is based on various aspects such as: the total automation of machinery (which was previously fully manual), the study of the process that it has to follow, all the calculations even the calculations of the geometry elements, the budget (in this case are not for free) and especially the application of the regulations (which are missing in Indonesia).

Finally, with these inputs a transfer machine with 4 stations is designed, where all the automatic shaped process of the briquettes occurs. This shaped zone is supported by other two zones (mixing and drying zones) externals to the transfer machine. We try to build the whole line with the majority of standard elements for better implementation, guaranty, spare parts... and the elements that have had to be custom are designed for easy manufacture, production, construction and maintenance and following the regulations.

Keywords (10 maximum):

Recycle	Briquette	Wood	Sawdust
Energy	Transfer	Optimization	Adaptation
Biomass			

ÍNDEX

I.	Introducció i objectius	11
II.	Indonèsia vs. Europa.....	12
i.	Indonèsia	12
ii.	Aplicació Occidental	13
III.	Estudi del mercat actual per a la creació de biomassa	14
i.	Biomassa.....	14
ii.	Creació de combustible	14
IV.	Tests i prototips	16
i.	Test 1. Cremar serradures directament	16
ii.	Test 2. Crear briquetes de carbó	16
iii.	Test 3. Crear briquetes de fusta	17
iv.	Conclusions.....	18

PART 1..... 19

1.	Disseny de la premsa	19
1.1.	Zona de mesclat.....	20
1.2.	Zona de conformat	21
1.3.	Zona de descàrrega	24
1.4.	Zona d'assecat	26
2.	Construcció de la premsa	28
2.1.	Procés de fabricació.....	28
2.2.	Proves i Millores	31
3.	Disseny del Procés	34
4.	Estudi econòmic	35

PART 2..... 37

5.	Disseny de la màquina	37
5.1.	Vista general	38
5.2.	Zona de mesclat.....	40
5.3.	Zona de conformat	41
5.4.	Zona d'assecat	49
5.5.	Tractament de residus.....	50
6.	Disseny del procés	51
6.1.	Diagrama de procés.....	51
6.2.	Càlculs de procés	52

7.	Càlculs justificatius	53
7.1.	Estandardització de quantitats	53
7.2.	Força mínima de premsada	54
7.3.	Càlculs referents al actuador lineal	55
7.4.	Càlcul del temps d'assecat.....	56
7.5.	Càlculs referents al plat divisor	57
7.6.	Càlculs referents al dipòsit	59
7.7.	Càlculs referents al transportador sense fi.....	60
7.8.	Càlculs justificatius del disseny.....	61
8.	Plec de condicions	65
8.1.	Normativa CE.....	65
8.2.	Condicionants legals.....	66
8.3.	Característiques de la màquina	66
8.4.	Manteniment.....	67
8.5.	Armaris elèctrics	68
8.6.	Utillatges.....	68
8.7.	Requisits mediambientals	69
8.8.	Seguretat de la màquina.....	69
8.9.	Ergonomia i seguretat	70
8.10.	Acabat i identificació de la màquina.....	70
8.11.	Condicions d'entrega.....	71
8.12.	Garantia	72
9.	Pressupost	73
10.	Conclusions i Futur	75
V.	Agraïments	77
VI.	Bibliografia.....	78
i.	Estudis de mercat	78
ii.	Tests i Prototips	79
iii.	Peces i elements normalitzats.....	80
iv.	Plecs de condicions i Normatives.	82
v.	General	82

ÍNDIX D'IMATGES

Imatge 1. Logotip empresa Otazen	12
Imatge 2. Diferents tipus de briquetes de carbó.....	16
Imatge 3. Prototip de briquetes de fusta	17
Imatge 4. Pas a pas mesclat.....	20
Imatge 5. Disseny inicial de la premsa.....	21
Imatge 6. Disseny final de la premsa.....	21
Imatge 7. Estructura metàl·lica	22
Imatge 9. Parts del motlle	22
Imatge 8. Taula de fusta mecanitzada.....	22
Imatge 10. Pas a pas conformat	23
Imatge 13. Extracció de les briquetes	25
Imatge 12. Extracció de l'anell inferior.....	25
Imatge 11. Extracció del motlle	25
Imatge 14. Zona d'assecat.....	26
Imatge 15. Safata de briquetes	27
Imatge 16. Perfils Industrials presents a la fàbrica.....	28
Imatge 17. Procés fabricació peces metàl·liques	28
Imatge 18. Mecanitzat de la fusta	29
Imatge 19. Torn utilitzat en la fabricació.....	29
Imatge 20. Peça finalitzada.....	29
Imatge 21. Fabricació dels motlles	30
Imatge 22. Motlles acabats	30
Imatge 23. Millores aplicades a l'estructura metàl·lica.....	31
Imatge 24. Millores aplicades a la taula de fusta	32
Imatge 25. Millores en el motlle.....	32
Imatge 26. Canvis en els elements interiors.....	33
Imatge 27. Vista general de tota la màquina	38
Imatge 28. Imatge del tancament de seguretat de tota la maquinaria	39
Imatge 29. Descarregador de BigBag amb transportador sense fi.....	40
Imatge 30. Plat divisor GOIZPER.....	41
Imatge 31. Disc rotatiu	41
Imatge 32. Pas a pas del muntatge del motlle	42
Imatge 33. Disc bancada amb boles transportadores incorporades.....	42
Imatge 34. Conjunt peces principals zona de conformat	43
Imatge 35. Estació de càrrega	44
Imatge 36. Actuador lineal amb motor incorporat	44
Imatge 37. Pas a pas muntatge accessori premsa.....	46
Imatge 38. Zona de descàrrega	47
Imatge 39. Conjunt estació neteja.....	47
Imatge 40. Embocadura de neteja	47
Imatge 41. Conjunt total zona de conformat	48
Imatge 42. Zona d'assecat; cinta transportadora i forn	49
Imatge 43. Conjunt dipòsit + bomba + filtre	50
Imatge 44. Dades del dipòsit.....	59
Imatge 45. Dades del transportador sense fi.	60
Imatge 46. Càlcul desplaçament màxim Disc	61
Imatge 47. Càlcul tensió Von Misses Disc.....	61
Imatge 48. Càlcul desplaçament màxim Taula	62

Imatge 49. Càlcul tensió Von Misses Taula	62
Imatge 50. Càlcul tensió de Von Misses Paca Actuadors	62
Imatge 51. Càlcul desplaçament màxim Placa Actuadors	62
Imatge 52. Càlcul tensió de Von Misses Peça Extraïble	63
Imatge 53. Càlcul desplaçament màxim Peça Extraïble	63
Imatge 54. Càlculs tensió Von Misses i desplaçament maxims: Potes	64
Imatge 55. Imatges utilitzant la premsa manual	75

ÍNDEX DE TAULES

Taula 1. Comparativa: briquetes de carbó vs. briquetes de fusta.....	18
Taula 2. Diagrama de duració de cada acció	34
Taula 3. Cost teòric premsa	35
Taula 4. Cost setmanal en escalfar el forn i eliminar les serradures	36
Taula 5. Benefici setmanal per l'empresa	36
Taula 6. Costos materials normalitzats.....	73
Taula 7. Costos enginyeria i peces de fabricació	74

I. INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS

El treball final de grau exposat a continuació tracta d'un projecte que ha estat realitzat en dues ubicacions diferents; una part està realitzada a Indonèsia i l'altra, a Catalunya. Cada part, té uns objectius ben clars i diferenciats tot i que les dues parts estan enllaçades entre sí.

L'objectiu de la part realitzada a Indonèsia està més encarat en la cerca i investigació, l'experimentació i l'aprenentatge mentre que la part realitzada a Catalunya té els objectius més centrats en aspectes tècnics, funcionals i d'aplicació Industrial.

La primera part del treball es basa en estudiar el funcionament d'una fàbrica situada en el sud-est asiàtic, veure quins són els problemes de gerents i treballadors en el seu dia a dia, analitzar quins d'aquests problemes, com a enginyers/es, es poden solucionar i arribar a optimitzar els recursos de la fàbrica, fent-la a la vegada més sostenible.

En aquest cas, una vegada estudiats els diferents problemes de l'empresa, s'ha decidit actuar sobre la producció i l'emmagatzematge massiu de serradures trobant una solució rentable, sostenible i a cost zero.

Aquesta solució però, passa per un procés de cerca d'informació sobre creació de recursos a partir de serradures, per un procés d'investigació i experimentació per a trobar la millor solució per a l'empresa, per un procés de disseny a petita i gran escala tant per als prototips com per a la maquinaria final, així com finalment, per un procés de construcció, muntatge i comprovació del disseny creat.

L'aspecte més important d'aquesta part del projecte és que es crearà un sistema d'optimització de recursos des de l'inici fins al final i que aquest sistema serà utilitzat per l'empresa durant molt de temps.

La segona part del treball està més enfocada al que és un projecte enginyeril complet. Prenent la idea de la primera part del projecte i estudiant si l'adaptació d'aquest tipus de maquinaria a Europa seria rentable, comprovant positivament aquesta rendibilitat després de veure que cada vegada més en el nostre continent està creixent l'ús de productes ecològics i sostenibles, el que es s'ha fet ha estat crear una màquina/sistema que fabriqui exactament el mateix producte però tot adaptat al món occidental, amb totes les normatives i reglaments europeus i aplicant tota l'automatització possible per a una millor entrada en el món industrial.

L'objectiu principal d'aquesta part del treball és arribar a crear aquesta màquina totalment funcional i vendible a qualsevol empresa, explicant detalladament cada part dissenyada, utilitzant productes comercials actuals i seguint totes les directives de màquines existents per a aconseguir un projecte el més real possible.

Així doncs, enllaçant aquestes dues parts, s'obté un treball complet on intervenen i es compacten la majoria d'aspectes estudiats durant el grau. Aquesta, és una de les millors maneres de demostrar que s'han assolit els coneixements ensenyats ja que s'han pogut plasmar quasi tots en un mateix projecte. Aquests coneixements van des dels estudis de mercat realitzats a l'assignatura d'empresa, passant per els processos experimentals que s'han après en el diversos laboratoris, la conscienciació sobre el medi ambient inculcada a sostenibilitat i accessibilitat fins a les assignatures més tècniques com les d'expressió gràfica amb tots els dissenys i plànols i les de materials i resistències amb tots els càlculs fets per a la creació de la màquina final.

Cada part d'investigació, experimentació o aplicació d'elements comercials o normativa està degudament documentada i tots els documents amb informació addicional es troben en els annexes del treball (referenciats en cada part de la memòria).

Per a un millor enteniment i més intuïtiu cada part que ho requereix està acompanyada de fotografies i/o taules que complementen l'escrit.

II. INDONÈSIA VS. EUROPA

El treball exposat a continuació consta de dues parts que, tot i que són diferents, van molt relacionades. En la primera part del treball es troba el projecte realitzat íntegrament a Indonèsia amb tots els requeriments que allà es demanaven. En la segona part del treball hi ha redactada la continuació del projecte, és a dir, l'adaptació de l'anterior al món occidental. Aquesta segona part s'ha realitzat per a poder obtenir un projecte molt més complet i poder incorporar-hi altres aspectes que facin aprendre més.

A continuació es fa una introducció a les diferents parts del projecte per a que el lector es pugui situar:

i. INDONÈSIA

- “Otazen Factory”

La primera part d'aquest projecte ha estat realitzat a una fàbrica localitzada a Indonèsia (Klaten, Java) anomenada Otazen. Es tracta d'una fàbrica de mobles de fusta que ven els seus productes arreu del món. La seva producció es divideix en tres pilars: la vessant domèstica, la d'hostaleria i els contractes amb diferents empreses, essent aquests dos últims els pilars més importants. Dins els seus clients s'inclouen hotels de 5 estrelles a Sud-Amèrica i també marques com Desigual, Massimo Dutti i Kettal d'arreu del món. La fàbrica consta de 21.000 m² d'extensió que es divideix en diferents parts i departaments. Actualment la plantilla abasta els 300 treballadors dels quals la major part són Indonesis tot i que hi treballen una vintena d'espanyols juntament amb els directors de l'empresa, d'origen català.

Una de les característiques més importants de l'empresa és que són els responsables de tot el procés de producció; des del inici, amb els conceptes i dissenys, fins a la seva finalització, incloent el transport al destí final.



Imatge 1. Logotip empresa Otazen
(Font: www.otazen.com)

- El nostre rol a l'empresa

Otazen, ens va oferir l'oportunitat de treballar amb ells durant quatre mesos i a la vegada poder realitzar el nostre treball final de grau allà. Aquesta oportunitat va ser impressionant ja que gràcies a ella hem pogut millorar diferents parts del nostre aprenentatge com són les llengües (anglès i indonesi), els treballs tècnics, la vida en una gran empresa així com diferents habilitats personals.

Un cop allà, se'ns van oferir quatre tipus de projectes, de índole molt diversa, per a què nosaltres decidíssim quin de tots incloïa més aspectes dels requerits en aquests tipus de treballs. Finalment vam escollir el que creiem que més s'aproximava a un treball final de grau. El que més ens va interessar és que era un projecte que podíem fer des del principi fins al final, participant en totes les etapes i acabant amb una màquina real la qual podríem continuar millorant una vegada acabada l'estància a Indonèsia. Un altre aspecte que ens va fer escollir aquest treball va ser que la sostenibilitat estava present en tot el treball i podia arribar a ser una de les parts més importants del projecte. Una de les coses de les que ens vam adonar quan vam arribar a Indonèsia era que no tenien cap consciència ni educació mediambiental i per tant, crèiem que aquest projecte podia servir per a millorar aquesta visió sobre el reciclatge. A més, realitzant aquest projecte, era necessària la participació amb els diferents departaments de l'empresa i la comunicació amb ells la qual cosa el feia més interessant.

El treball escollit el vam anomenar: *Optimització dels recursos de l'empresa*. Els directors de l'empresa ens van comentar que quan processen la fusta per a crear els mobles, es generen un munt de serradures les quals normalment no tenen cap ús més, tot i que de tant en tant les venen. El projecte que ens demanaven fer era buscar i trobar alguna alternativa per reutilitzar o reciclar aquestes serradures intentant donar algun benefici a la companyia.

- **Requeriments de l'empresa**

A part d'oferir-nos el problema que volien que solucionéssim també ens van donar unes pautes que desitjaven que seguíssim:

- Estudi de Mercat: el primer que havíem de fer era trobar una solució per a reutilitzar les serradures creades. Ens van demanar que si podia ser algun tipus de combustible encara seria millor.
- Tests: la realització de diferents tests per a determinar quina és la millor l'opció, és un dels requeriments de la companyia.
- Dissenyar, construir i crear: dissenyar i construir la idea, autònomament i de principi a fi, per a que pugui dur a terme la millor opció determinada anteriorment.

La part més important dels requeriments de l'empresa va ser que ens van remarcar que tot el que féssim servir per a la construcció de la idea hauria de ser reciclant materials existents a la fàbrica ja que volien que aquesta solució fos a cost zero.

ii. APLICACIÓ OCCIDENTAL

La segona part del treball està basada en l'adaptació al món occidental del projecte realitzat a Indonèsia. En aquest apartat el que es pretén fer és agafar el projecte tal qual es va finalitzar en el món oriental i millorar-lo per a poder adaptar-lo a qualsevol empresa europea que li pugui interessar ja que actualment, a Europa, la consciència mediambiental i del reciclatge està cada vegada més arrelada i això pot ser beneficiós per al nostre tipus de disseny.

En aquesta part del projecte els requeriments no venen donats per cap empresa sinó que som nosaltres mateixes les que ens els hem fixat.

- **Requeriments fixats**

Els requeriments que es volen aconseguir en aquesta adaptació són:

- Automatitzar tot el mecanisme que a Indonèsia es fa de manera manual.
- Trobar i utilitzar les normatives actuals.
- Crear els plànols per a poder industrialitzar el projecte.
- Fer els diferents càlculs per a justificar la quantitat de material i la seguretat del projecte.

Tots aquests són aspectes que al món oriental són innecessaris o inviables de realitzar, ja sigui per falta de normatives i lleis o per falta de diners.

Gràcies a aquest apartat podrem conèixer el mercat actual, podrem millorar els nostres coneixements tant de disseny de màquines com de càlculs i d'aplicació de normatives.

III. ESTUDI DEL MERCAT ACTUAL PER A LA CREACIÓ DE BIOMASSA

Tot i que s'han fet diferents estudis de mercat per a diferents parts del treball, l'estudi més important que s'ha realitzat en aquest projecte es basa en trobar una manera de crear algun tipus de combustible a partir de serradures que ja no s'utilitzen. A continuació es troba un breu resum de tota la investigació per a un enteniment més clar:

i. BIOMASSA

La biomassa és un material biològic derivat de la vida, o dels organismes recentment vius. Sempre que es parla de biomassa per a crear energia es refereix a materials a base de plantes tot i que també es pot aplicar a animals o material d'origen vegetal.

Hi ha cinc categories bàsiques de material per fer biomassa:

- Fusta verge: de boscos, activitats d'arboricultura o de transformació de la fusta.
- Cultius energètics: cultius d'alt rendiment cultivats específicament per a aplicacions d'energia.
- Residus agrícoles: residus de l'agricultura de collita o de processament.
- Residus d'aliments: des de la fabricació, preparació i processament de menjar i beguda fins als residus post-client.
- Residus industrials i coproductes de la fabricació i els processos industrials.

El material que s'utilitzarà per a aquest projecte, les serradures, està categoritzat com a fusta verge ja que ve de la transformació de la fusta sense cap pintura i/o vernís.

Normalment, la major part de les serradures es fan servir per a crear planxes de conglomerat tot i que també es pot utilitzar per a humus¹ o com a combustible. Aquesta última opció és la que interessa estudiar ja que és la que pot donar-nos alguna solució.

ii. CREACIÓ DE COMBUSTIBLE

Actualment al mercat hi ha diferents processos per a crear tipus de combustible a partir de serradures. Aquests processos són els següents:

- Combustible: comprimir i cremar les serradures per obtenir calor.
- Bio - combustibles: sotmetre les serradures a altes temperatures (350 a 500 graus) al buit i obtenir combustibles en forma d'olis.
- Biogàs: fermentar de manera anaeròbica una barreja feta de serradures, fems de vaca i aigua.

A la fàbrica Otazen fan servir un procés per assecar la fusta sense esquerdar-la mitjançant un *boiler*, que és un forn on es crema fusta per arribar als 80º-90º. Aquesta calor escalfa un dipòsit d'aigua per transformar-la en vapor utilitzat per controlar la humitat dels forn d'assecat de la fusta.

Després de passar un temps a la fàbrica es va veure que el que utilitzaven per aconseguir aquestes temperatures al *boiler* eren trossos de fusta sobrants, però moltes vegades aquestes fustes no eren suficients i l'empresa n'havia de comprar.

Davant d'aquesta situació el que es va voler fer va ser trobar la manera de que les serradures poguessin substituir o complementar aquestes fustes donant els mateixos resultats o similars.

Per tant, el combustible simple és el que es necessitava, és a dir, trobar una manera de comprimir i cremar les serradures per a que donessin un poder calorífic i una duració semblant a les petites peces de fusta.

¹ L'**humus** és la substància composta per certs productes orgànics de naturalesa col·loïdal, que provenen de la descomposició de les restes orgàniques per organismes o microorganismes benèfics (fongs i bacteries).

Després d'investigar el que hi ha al mercat, s'han trobat diferents maneres per a poder convertir les serradures en combustible:

- Cremar les serradures directament: aquest és el mètode més simple que hi ha però s'han de fer diferents proves per a veure quins resultats dona.
- Crear briquetes de carbó: aquestes briquetes estan fetes a partir de la crema de serradures en un ambient baix d'oxigen i compactats amb altres materials. Sovint s'utilitzen per cuinar en barbacoes. Al tractar-se de carbó, del qual se sap que té un alt rendiment, es va creure necessari crear i provar aquest tipus de briquetes.
- Crear pellets de fusta: els pellets són petites partícules creades comprimint les serradures i s'utilitzen per escalfar estufes casolanes. Aquestes partícules donen bons resultats, com s'ha comentat, en estufes d'àmbit domèstic però per a un forn industrial no és una solució vàlida.
- Crear briquetes de fusta: com que els pellets de fusta no servien, es va estar investigant alguna cosa similar però que es pogués fer servir de manera industrial i es va trobar les briquetes de fusta. Són elements com els pellets però més grans. Les briquetes estan fetes mitjançant la compressió de les serradures i s'utilitzen per a grans forns que necessiten més calor. Com va semblar una bona solució també es va voler fer proves.

Una vegada s'havia realitzat tot l'estudi i s'havia determinat quines eren les possibles solucions a aplicar es van començar a fer els tests i prototips per a la decisió de la solució final.

A l'apartat següent s'expliquen els tests realitzats i les conclusions extretes.

IV. TESTS I PROTOTIPS

Després de l'estudi de mercat realitzat es va decidir fer 3 tipus de proves diferents. Cremar les serradures directament, crear briquetes de carbó i crear briquetes de fusta per a finalment poder extraure unes conclusions definitives. Tota la documentació de la realització d'aquests tests i prototips es poden visualitzar a l'Annex B.

i. TEST 1. CREMAR SERRADURES DIRECTAMENT

Aquesta era la manera més fàcil, simple i econòmica a la que es va arribar. Es van agafar uns 100g de serradures i es van llençar al forn directament.

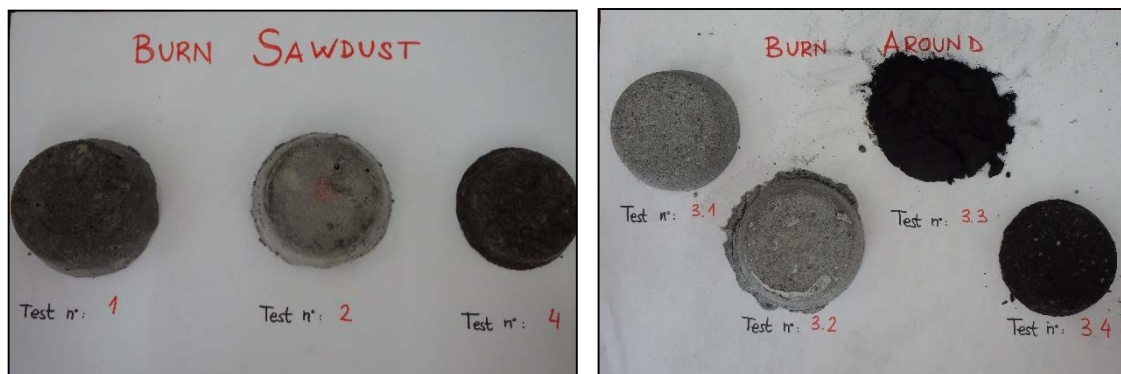
Amb aquesta prova es va veure que aquesta solució no era gens viable ja que les serradures cremades directament no donen l'escalfor suficient ni el rendiment adequat, només emeten molt de fum i es consumeixen molt ràpidament.

Per tant, aquesta solució va ser descartada directament.

ii. TEST 2. CREAR BRIQUETES DE CARBÓ

La primera vegada que es va utilitzar aquest mètode va ser Henry Ford al 1920. La base d'aquest procés és basa en cremar les serradures amb el mínim oxigen possible i així transformar-les en pols de carbó. Una vegada cremada aquesta pols ha de ser barrejada i comprimida per crear briquetes. Finalment s'han de deixar assecar per a una òptima cremada al forn.

Hi ha dos maneres d'obtenir la pols de carbó i també diferents tipus de barreges per a crear les briquetes. Per a tenir un millor coneixement de tots ells s'han realitzat briquetes de tots els tipus per a després, al cremar-les, veure quina de totes és la millor solució.



Imatge 2. Diferents tipus de briquetes de carbó

Font: Pròpia

En l'Annex A.1. *d'Estudis Previs* estan descrits i documentats tots els processos realitzats per a aquests tipus de briquetes.

iii. TEST 3. CREAR BRIQUETES DE FUSTA

Aquests procés es basa en transformar les serradures en una gran briqueta barrejant-les amb diferents elements i afegint pressió.

Totes les briquetes de fusta estudiades del mercat estan fetes amb més d'un component a part de serradures, ja sigui aigua i papers de diari, conglomerants o fins i tot afegint calor a la compressió per a una fusió de les partícules de les serradures sense cap additiu (utilitzant la lignina de la fusta).

Tot i que la idea de crear briquetes sense aigua ni cap additiu és molt eficaç, a Indonèsia no hi ha la maquinària necessària ni es pot fer tal tipus d'inversió per aconseguir aquesta transformació, així que la idea va ser intentar crear una briqueta que tan sols portés serradures i aigua i així no augmentar el cost amb altres elements extres. Aquest tipus de briquetes, a més, són més fàcils i més ràpides de fer perquè hi ha menys temps d'espera i menys material necessari.

La creació d'aquestes briquetes consisteix en barrejar les serradures amb aigua i després extreure aquesta aigua aplicant pressió a l'interior d'un motlle amb una premsa o similar. Finalment deixar assecar-les a l'aire lliure o en un forn.

Per a realitzar aquestes briquetes s'han hagut de crear petits prototips de motlles i premses. Es pot trobar tot documentat en l'Annex A.2. i A.3 d'*Estudis Previs*.



Imatge 3. Prototip de briquetes de fusta

Font: Pròpia

iv. CONCLUSIONS

Després de rebutjar el procediment de cremar les serradures directament i de realitzar tots els tipus de briquetes possibles, aquestes es van portar a cremar per a poder obtenir el seu rendiment i poder calorífic dins el forn. Com ja s'ha anat comentant anteriorment, aquesta etapa també ha estat gravada i documentada per a una millor justificació. Aquests documents es troben en l'Annex A.4 d'*Estudis Previs*.

Per a determinar la millor solució de totes, s'ha creat una taula amb els diferents tests realitzats comparant els aspectes més importants a tenir en compte. Això ens permet veure de manera més visual els pros i contres de cadascuna d'elles.

Aspectes a considerar	Briquetes de carbó		Briquetes de fusta	
	Assecades al aire	Assecades al forn	Assecades al aire	Assecades al forn
Material necessari	--	---	+++	++
Motlles	++	++	-	-
Economic	-	--	++	+
Procés de producció	--	---	++	+
Producció del material	--	--	+	+
Temps de producció	-	--	++	+
Temps de cremat	++	+++	--	-
Poder calorífic	--	-	++	+++
Possibilitat de fer una màquina industrial	--	---	+++	++
TOTAL	-8	-11	12	9

Taula 1. Comparativa: briquetes de carbó vs. briquetes de fusta

Per a entendre millor la taula anterior:

- S'han separat les solucions per tipus de briquetes i a la vegada per tipus d'assecat.
- S'han tingut en compte 9 aspectes importants pel desenvolupament de la solució.
- Cada signe + equival a un aspecte positiu i suma 1 en el total.
- Cada signe - equival a un aspecte negatiu i resta 1 en el total.
- El total s'ha realitzat sumant tots els signes positius i restant tots els signes negatius.

Així doncs, com es pot observar en la Taula 1. Comparativa: Briquetes de carbó vs. Briquetes de fusta i després de fer una reunió explicativa amb els directors de l'empresa, s'ha optat per desenvolupar la línia de producció de briquetes de fusta assecades a l'aire i utilitzar aquestes briquetes com a substitutiu i/o complement de les petites peces de fusta que fan servir actualment a la caldera per a escalfar els forns.

Tot i que en els tests s'ha comprovat com les briquetes tenen un temps de cremat bastant elevat, la millor opció seria la combinació de les peces de fusta amb les briquetes ja que aquestes són bones per elevar la temperatura de manera ràpida i simple i la fusta és l'encarregada de mantenir l'escalfor durant més temps.

PART 1

1. DISSENY DE LA PREMSA

Una vegada s'ha decidit quina és la millor solució per a la optimització dels recursos de la fàbrica s'ha de començar a pensar en el disseny de la màquina que crearà les briquetes.

Com s'ha pogut comprovar en les proves fetes en l'apartat de tests i prototips l'element més important per a la creació de les briquetes és la premsa. La premsa és l'encarregada de treure tota l'aigua sobrant de les serradures per a poder tenir una peça consistent.

A l'hora de dissenyar aquesta premsa així com tota la línia de producció s'han tingut en compte diferents condicionants:

- Materials: la utilització de materials reciclats presents a la fàbrica és el condicionant més gran que hi ha ja que d'ell depenen totes les peces.
- Tot manual: que es faci tot de manera manual és un altre requeriment que ens va donar l'empresa ja que així ocupen llocs de treball, a més tant la construcció com la producció són més econòmiques.
- Temps: a partir de la decisió de fer una màquina per crear briquetes, la direcció de l'empresa ens va donar un màxim de 48 hores per a presentar un disseny amb tots els requeriments demanats.

El primer que s'ha fet ha estat determinar quines zones ha de tenir tota la línia de producció per a poder crear les briquetes de principi a fi i després s'ha anat detallant com serà cada part. Les zones que s'han determinat són:

- Zona de mesclat: on es barreja les serradures amb l'aigua i es forma la massa per després poder-la premsar.
- Zona de conformat: aquesta és la zona més important, on se situaran els motlles plens de la massa que anteriorment s'haurà barrejat per a ser premsats.
- Zona de descàrrega: on s'extrauran les briquetes, ja premsades, del motlle.
- Zona d'assecat: on es deixen les briquetes a assecat fins a la seva utilització.

A continuació es detalla cada zona.

1.1.ZONA DE MESCLAT

La zona de mesclat és una de les parts més senzilles de dissenyar.

S'ha decidit utilitzar com a recipient per a la mescla un bidó de 200 litres buit, netejat i tallat per la meitat ja que la fàbrica està plena d'aquests (de combustible i dissolvents) i així serà fàcil la seva substitució quan es faci malbé.

Una vegada decidit el recipient a utilitzar i partint de les proves fetes anteriorment s'han determinat les quantitats i temps per a un bon rendiment de la mescla. Per a les barreges normalitzades s'utilitzaran pots de pintura de 19 litres (utilitzats a la fàbrica):

- Afegir 3 pots d'aigua i 3 de serradures.
- Barrejar fins a obtenir una consistència espessa.
- Deixar reposar uns 20 minuts.



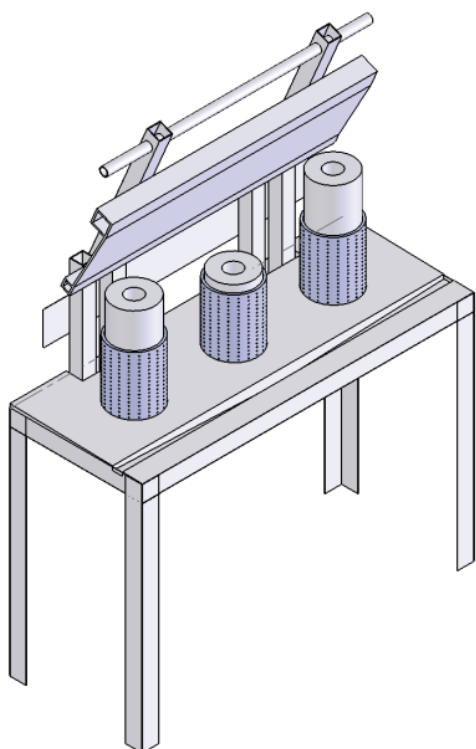
1. Imatge 4. Pas a pas mesclat
Font: Pròpia

1.2. ZONA DE CONFORMAT

Per a aquesta zona el primer que s'ha fet ha estat estudiar diferents tipus de premses que hi ha al mercat i dissenyar-ne una que, a part de funcionar correctament, es pogués construir amb materials existents a la fàbrica.

A més a més, s'ha volgut que el disseny no fabriqués una briqueta a cada premsada sinó que s'ha volgut aconseguir que es poguessin crear mínim unes 10 briquetes cada vegada que l'usuari fes força.

Després de realitzar diferents dissenys de premses en el poc temps que es va atorgar (veure Annex B.1. d'*Estudis Previs*) es va arribar a una solució inicial que mica en mica i a base d'anar construint-la en realitat es va anar modificant per a finalment arribar a la solució definitiva.



Imatge 5. Disseny inicial de la premsa

Font: NX, Pròpia



Imatge 6. Disseny final de la premsa

Font: NX, Pròpia

El funcionament de la premsa no ha canviat però si s'ha millorat i reforçat l'estructura, s'han simplificat algunes parts, s'han incorporat accessoris importants i s'ha variat el nombre de briquetes a realitzar per cada premsada.

- Materials



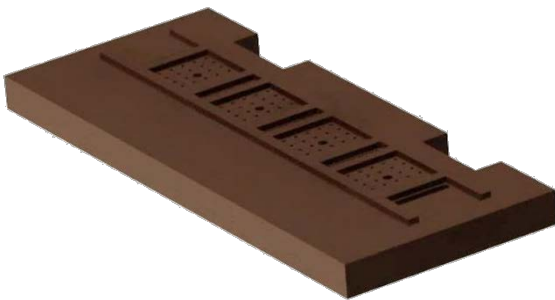
Imatge 7. Estructura metàl·lica

Font: NX, Pròpia

L'estructura de la premsa és tota metàl·lica. S'ha dissenyat amb diferents elements que es fan servir a l'hora de fabricar els mobles.

Els materials utilitzats són:

- 2 planxes metàl·liques de 2mm
- 3 tubs quadrats de 50 x 50 mm
- 4 tubs quadrats de 40 x 40 mm
- 1 tub quadrat de 30 x 30 mm
- 5 tubs rectangulars 30 x 20 mm
- 1 tub circular de 25mm de diàmetre
- 8 perfils en L de 50 x 50 mm



Imatge 9. Taula de fusta mecanitzada

Font: NX, Pròpia

La part on es situen els motlles amb la massa per a ser premsats és de fusta. És el material per excel·lència a la fàbrica i per tant quan es faci malbé serà de fàcil substitució.

Es tracta d'una peça massissa de 1000 x 400 mm amb espessor variable per a que tingui inclinació a la qual se li faran els mecanitzats necessaris per a la incorporació dels motlles i pel drenatge de l'aigua.



Imatge 8. Parts del motlle

Font: NX, Pròpia

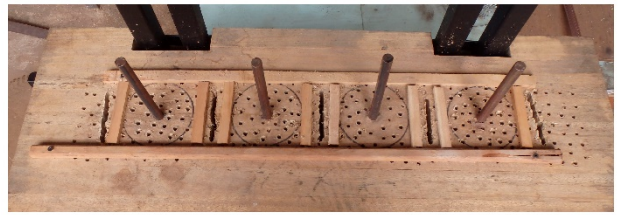
El motlle constarà de 7 peces separades però que a l'hora de premsar hauran d'anar juntes. Els materials utilitzats són:

- 1 tub de PVC de 150 mm de diàmetre x 200 mm d'alçada (utilitzat a la fàbrica per a la construcció de canonades pròpies) amb posterior mecanitzat per al drenatge de l'aigua.
- 1 anell de PVC de 150 mm de diàmetre i 20 mm d'alçada per a un fàcil desemmotllament de les briquetes.
- 3 discs de radial gastats com a separació de briquetes.
- 1 tub de ferro de 16 mm de diàmetre i 200 mm d'alçada per a la creació del forat intern de les briquetes.
- 1 peça de fusta amb capçal esfèric per a una

- Funcionament

El funcionament d'aquesta premsa és molt senzill i intuïtiu tal i com ens van demanar a l'empresa. A continuació s'explica que és el que s'ha de fer per a realitzar una bona premsada:

1. Partim de la barreja d'aigua i serradures explicada a l'apartat anterior (veure: zona de mesclat).
2. Tenim els 4 tubs de ferro encastats a la part de fusta de la premsa.
3. Col·loquem cada anell sota cada tub de PVC per a deixar tancat el motlle.
4. Es col·loquen els 4 motlles (amb els seus anells) dins el cercat indicat a la part de fusta de la premsa quedant al mig de cadascun el tub de ferro encastat.
5. S'omplen els motlles amb la barreja anterior i es van separant amb els discs gastats de radial, arribant a formar 3 briquetes per cada motlle.
6. Es col·loca la peça amb capçal esfèric dins el tub de ferro (aquesta peça ja consta d'un forat intern per a una bona col·locació).
7. Finalment només ens queda baixar la tapa de la premsa i fer una força mínima per a obtenir una bona premsada. En aquest pas s'observa com l'aigua que hi ha barrejada amb les serradures va caient per totes les ranures (tant de la premsa com del motlle) fins a quedar la briqueta compactada.



Imatge 10. Pas a pas conformat

Font: Pròpia

1.3.ZONA DE DESCÀRREGA

Per al desemmotllament de les briquetes no hi ha habilitada una zona en concreta ja que hi ha espai per a fer-ho en la mateixa premsa. El que sí que s'ha dissenyat és un mètode per a un fàcil desemmotllament.

El motlle en el que estan fetes les briquetes és un tub de PVC amb unes ranures per al drenatge de l'aigua. En un principi aquestes ranures estaven col·locades pel centre del motlle deixant la part superior i la inferior lliures per a un bon tancament del tub. Fent diferents proves durant la construcció de la premsa es va detectar que treure les briquetes del seu motlle era realment complicat i feia invertir un temps extra innecessari.

Vist això es va pensar en diferents solucions que arreglessin aquest problema i finalment es va arribar a un disseny final que experimentalment es demostra que el desemmotllament acaba essent simple i ràpid. El primer que es va fer va ser mecanitzar el tub de PVC per a que les ranures del drenatge d'aigua arribessin fins al final del tub (començant en el centre). Això feia que el motlle quedés més ample per a poder treure les briquetes però quedava massa obert com per a que es pogués premsar bé. Es van tallar uns anells del mateix tub de PVC per a col·locar-los en la part inferior i així deixar ben tancat el motlle a l'hora de premsar i poder-lo treure fàcilment a l'hora de desemmotllar.



Imatge 13. Extracció del motlle
Font: Pròpia



Imatge 12. Extracció de l'anell inferior
Font: Pròpia



Imatge 11. Extracció de les briquetes
Font: Pròpia

1.4. ZONA D'ASSECAT

Tal com s'ha comentat en l'apartat de tests i prototips, es va decidir que l'assecat de les briquetes es realitzaria a l'aire lliure ja que és molt menys costós i no hi ha molta diferència en el temps que es triga a tenir les briquetes finalitzades (gràcies al clima tropical d'Indonèsia).

Per a l'assecat si que s'havia d'habilitar una zona especial ja que hi havia diferents requeriments a complir:

- Funció d'assecat i d'emmagatzematge
- Gran capacitat
- Fàcil col·locació
- Corrent d'aire per totes bandes (millora l'assecat)
- Mòbil / Transportable
- Ajustat al forn on han d'anar finalment
- Realitzada amb materials existents a la fàbrica (com totes les altres parts).

Després d'estudiar tots els requeriments i els materials que es tenien per a la construcció d'aquesta zona, es va decidir dissenyar una estructura a la qual se li poguessin afegir diferents safates on anirien disposades les briquetes de manera que quedessin encaixades (per a una major seguretat) i l'aire les travessés (per a un assecat més òptim), així s'aconseguia una zona d'assecat i una d'emmagatzematge a la vegada.



Aquesta zona té capacitat per a 32 safates de briquetes i a cada safata es poden col·locar a assecat 25 briquetes. Per tant, la gran capacitat d'emmagatzematge que ens demanava l'empresa ja està coberta (fins a 800 briquetes per estructura).

Tota l'estructura està construïda amb perfils en L de 50 x 50 mm els quals formen tant el cos exterior amb 4 potes (major estabilitat) com totes les guies per a la incorporació de les safates.

Per a fer-la mòbil (un altre requeriment demanat) només cal incorporar-hi 4 rodes en els extrems inferiors (utilitzades en alguns mobles fabricats a l'empresa).

Imatge 14. Zona d'assecat

Font: Pròpia

Les safates estan fetes amb 3 planxes de ferro soldades entre si i a la part inferior s'ha col·locat una malla enreixada per a una millor col·locació de les briquetes. Aquest entramat es fa servir a la fàbrica per a la creació dels aparadors de Desigual de tot el continent Asiàtic.

Un dels costats de les safates s'ha deixat lliure per a dues raons importants:

- Per extreure-les millor de l'estructura
- Per llançar les briquetes al forn sense tocar-les, directament des de la safata.

Per això s'han dissenyat amb una amplada inferior a la de la porta del forn per on s'hauran d'introduir.

Com es pot observar a la Imatge 14, les briquetes van col·locades intercaladament per a que el assecat sigui més eficient.

Amb tots els aspectes definits anteriorment, s'ha creat la zona d'assecat amb tots els requeriments proposats abans del seu disseny.



Imatge 15. Safata de briquetes

Font: Pròpia

2. CONSTRUCCIÓ DE LA PREMSA

2.1. PROCÉS DE FABRICACIÓ

Com s'ha comentat anteriorment, l'empresa tan sols va oferir-nos 48 hores per a la realització del disseny de la premsa i passat aquest temps ja s'havia de començar a construir.

Aquest va ser un dels motius pels quals mentre s'anava construint es van anar provant i modificant moltes parts.

El procés de fabricació es podria definir dient que va ser totalment manual. Les parts metàl·liques es van realitzar tallant-les amb radials i soldant-les entre si mentre que les parts de fusta es van tallar i en alguns casos, es van tornejear o mecanitzar.

- Parts metàl·liques

La majoria de parts de l'estructura de la premsa estan realitzades amb materials metàl·lics. Per a construir-les es va partir de perfils industrials tant tubulars, com rectangulars o en L, com podem observar a la Imatge 15.



Imatge 16. Perfils Industrials presents a la fàbrica

Font: Pròpia

Aquest perfils es van anar tallant i soldant entre sí fins aconseguir el disseny que s'havia proposat inicialment amb les mesures adequades. Una vegada finalitzat el disseny, amb les millores que se li van anar afegint (explicades en l'apartat següent) la premsa es va haver de llimar per a treure tot l'òxid que tenia, aplicar-li una capa d'imprimació i finalment pintar-la.



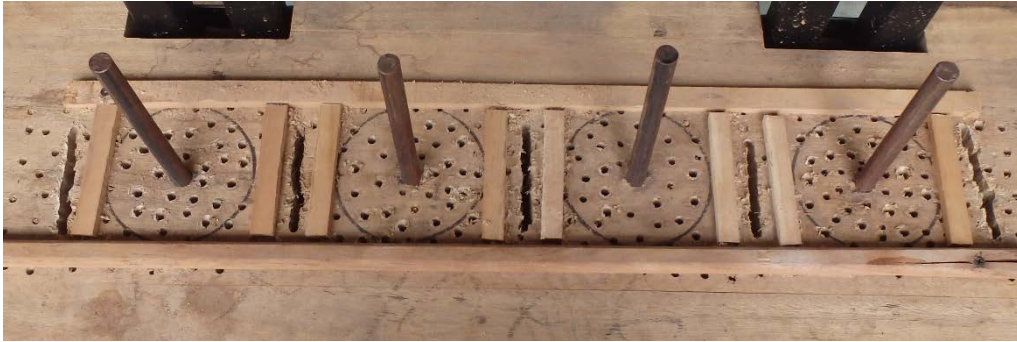
Imatge 17. Procés fabricació peces metàl·liques

Font: Pròpia

Parts fusta

Les parts de fusta de la premsa es basen en la taula de treball i la peça de capçal esfèric utilitzada per a millorar el premsat (tenir sempre un punt de recolzament).

La fabricació de la taula de treball és molt simple. S'ha partit d'un taulell de fusta de 60mm d'espessor i s'ha tallat amb les mesures demanades. Una vegada ha estat tallat, s'ha mecanitzat per a poder-ho col·locar dins la premsa i una vegada posat s'ha anat mecanitzant amb un trepant. S'han realitzat els forats i ranures per al drenatge de l'aigua i a més s'han enganxat unes petites peces de fusta que fan de límit a l'hora de col·locar els motlles.



Imatge 18. Mecanitzat de la fusta

Font: Pròpia

La peça de capçal esfèric s'ha fet utilitzant un torn per a donar-li la forma esfèrica i s'ha mecanitzat amb un trepant per a realitzar-li el forat inferior.



Imatge 19. Torn utilitzat en la fabricació

Font: Pròpia



Imatge 20. Peça finalitzada

Font: Pròpia

- **Parts PVC**

De PVC només estan fets els motlles de les briquetes. Els seu procés de fabricació ha estat molt bàsic, s'ha buscat un tub de PVC llarg i de 150mm de diàmetre i s'ha tallat en 4 trossos iguals. L'únic que s'ha hagut de fer ha estat mecanitzar-los amb una trepant i una radial per a poder crear-li les ranures per l'aigua. També s'han tallat 4 anells iguals que són els que mantenen tancat el motlle.



Imatge 21. Fabricació dels motlles

Font: Pròpia



Imatge 22. Motlles acabats

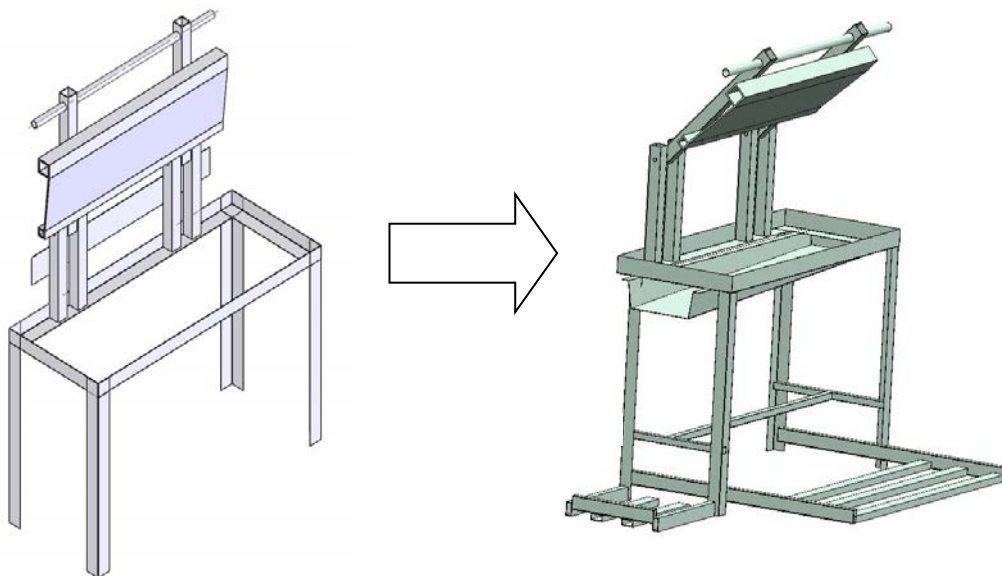
Font: Pròpia

2.2. PROVES I MILLORES

Durant tot el procés de fabricació de la premsa i de totes les peces que estan relacionades s'han anat fent proves amb persones i s'han anat creat briquetes de mostra per a poder veure quins són els defectes fets el en disseny i solucionar-los o simplement millorar el disseny inicial. A continuació es detallen totes les millores realitzades i la seva justificació:

La part de la premsa que ha sofert més modificacions i més importants ha estat l'estructura, ja que es va construir tal qual apareixia en els plànols dissenyats i es van anar fent les següents millores:

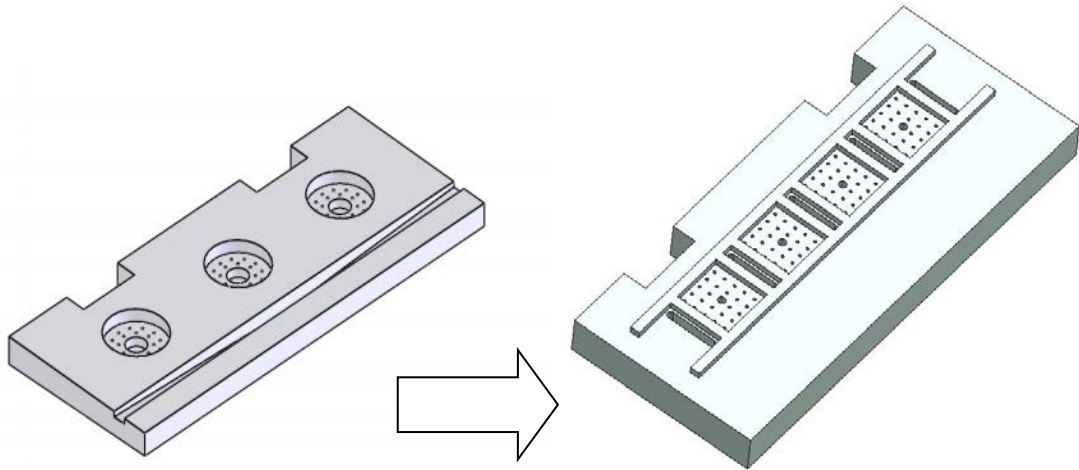
- Eliminar suport posterior: S'havia col·locat una placa en la part posterior de la premsa per a que les columnes aguantessin millor però a l'hora de construir-la es va verificar que no era necessària ja que era suficientment estable en aquella zona → **Menys material**
- Tallar potes: Es va decidir tallar les potes ja que el disseny es va fer sense cap prova d'alçada i es va comprovar que si l'alçada de les potes era inferior, l'esforç de la persona al premar també havia de ser inferior. → **Menys força de l'usuari**
- Limitar recorregut: En el disseny inicial a la tapa, o per entendre-ho millor, l'element que premsa, no tenia cap recolzament posterior i quan es deixava anar queia enrere i no era segur ni estable. Per això es van col·locar dos "stoppers", un a cada columna. → **Més seguretat i estabilitat**
- Assegurar part inferior: Es van incorporar barres inferiors per a millorar l'estabilitat de la premsa ja que amb les 4 potes soles era molt inestable en qualsevol terra → **Millora estabilitat**
- Element estabilitzador: Tot i les mesures preses per a la millora de l'estabilitat, la premsa seguia essent inestable a l'hora de premar ja que es movia massa. Per això es va incorporar un element inferior que fa que l'usuari l'hagi de trepitjar a l'hora de premar i a part d'assegurar l'estabilitat també ajuda al premsat → **Assegura estabilitat i millora premsat**
- Canalitzador d'aigua: En el disseny inicial l'aigua que sortia pels drenatges quan es premsava no anava a cap lloc en concret, s'anava perdent entre la premsa fins arribar al terra. Per això, se li va soldar una peça que canalitza l'aigua, la recull i la porta cap a un extrem de la màquina per a poder reciclar-la → **Millora sostenibilitat i economia**
- Suport dipòsit: Quan l'aigua comentada abans es redirecciona cap a un extrem es necessita una mena de dipòsit (o pot en aquest cas) que acumuli tota aquesta aigua per a després poder-la tornar a utilitzar. En el disseny millorat s'ha col·locat un suport per a poder posar aquest "dipòsit" i que l'aigua sempre caigui en el lloc correcte → **Millora el reciclatge**



Imatge 23. Millores aplicades a l'estructura metàl·lica

Font: NX, Pròpia

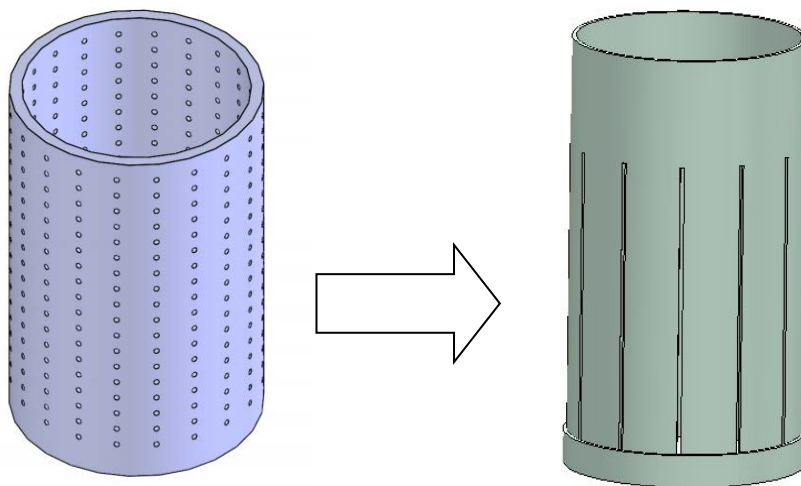
De la taula principal, la part de fusta, el que es va anar modificant sobretot van ser el nombre de motlles que hi anirien, ja que al principi es parlava de 3 motlles amb 3 briquetes cadascun i finalment es va veure que es podien incorporar 4 motlles amb 3 briquetes cadascun i fer 12 briquetes d'una sola premsada. A més les ranures i forats per a l'aigua també es van anar incrementant ja que al principi no hi havia tants i amb diferents proves es va poder veure que eren molt necessaris per a un bon drenatge d'aquesta. → **Més eficiència en cada premsada i més drenatge d'aigua.**



Imatge 24. Milliores aplicades a la taula de fusta

Font: NX, Pròpia

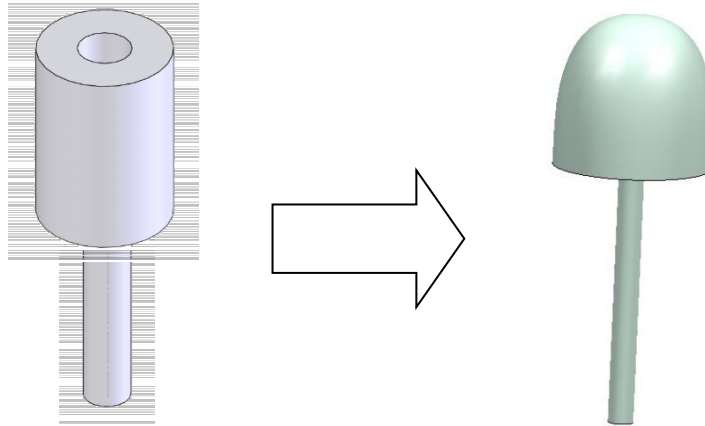
En el motlles el més assenyalat de les modificacions va ser que es va passar d'un tub amb forats per l'aigua a un tub amb ranures del centre fins al final i amb un anell que el tanca. → **Millora de la sortida de l'aigua i millora del desemmotllament**



Imatge 25. Milliores en el motlle

Font: NX, Pròpia

Una altra part de la premsa que també ha patit canvis substancials són els elements que van dins el motlle a l'hora de premsar. Es va començar amb un tub gros i una peça de bambú, posteriorment aquesta peça de bambú es va esbiaixar per a una millor premsada però finalment es va creure convenient eliminar aquesta peça de bambú i utilitzar la peça de capçal esfèric i un tub més petit al mig per a millorar l'eficàcia de la premsa. → **Més eficàcia**



Imatge 26. Canvis en els elements interiors

Font: NX, Pròpia

3. DISSENY DEL PROCÉS

A continuació es mostra un petit diagrama per veure de manera més clara quina és la duració de cada acció a l'hora de crear les briquetes.

Accions / Temps	0,5 minuts	1 minut	2 minuts	10 minuts	20 minuts	60 minuts	24 hores	48 hores
Preparació de la mescla								
Barreja								
Preparació motlles								
Omplenada motlles								
Posició dels elements de premsa								
Premada								
Desemmotllament								
Posicionament d'assecat								
Assecat								

Taula 2. Diagrama de duració de cada acció

Font: Pròpia

Temps total = 48 hores, 36 minuts i 30 segons (aproximadament).

Briquetes per premada = 4 motlles per 3 briquetes cadascun = 12 briquetes.

Com es pot comprovar, l'acció més duradora és la d'assecat de les briquetes ja que aquest assecat es fa a l'aire lliure i això comporta tenir-les dos dies sencers (en el pitjor dels cassos).

Si eliminem aquest coll d'ampolla, ja que es poden tenir una gran quantitat de briquetes assecant-se a la vegada, obtenim que el temps total de creació de les briquetes és:

Temps total (sense assecat) = 36 minuts i 30 segons

En una jornada de 8 hores diàries (840 minuts) es podrien fer:

$$\text{Quantitat premsades diàries} = \frac{840 \text{ minuts}}{36,5 \text{ minuts/premsada}} = 23 \text{ premsades diàries}$$

$$\text{Briquetes per dia} = 23 \text{ premsades diàries} \cdot 12 \frac{\text{briquetes}}{\text{premsada}} = 276 \text{ briquetes al dia}$$

$$\text{Briquetes per mes} = 276 \frac{\text{briquetes}}{\text{dia}} \cdot 30 \text{ dies treballats} = 8280 \text{ briquetes/mes}$$

A la fàbrica creen 36m³ de serradures per setmana. Sabent que el volum d'un cub utilitzat en la fabricació de les briquetes és de 0,01982m³ es pot determinar que es poden omplir 1816 cubs cada setmana.

Cada cub de serradures (barrejat amb aigua) ens dona 12 briquetes, per tant els 1816 cubs en donarien a la setmana 21792 briquetes.

$$\text{Màxim briquetes al mes} = 21792 \frac{\text{briquetes}}{\text{setmana}} \cdot 4 \text{ setmanes} = 87168 \text{ briquetes possibles al mes}$$

Com que la producció màxima de briquetes només arriba a 8280 briquetes mensuals es pot determinar que es té material més que suficient per arribar a la producció màxima.

Gràcies a diferents estudis experimentals, s'ha arribat a la conclusió que es necessiten 1500 briquetes (aproximadament) cada setmana per a que el forn es mantingui a la temperatura desitjada. Si això es passa a briquetes requerides per mes surten unes 6000 briquetes mensuals.

Per tant, es pot afirmar també que, s'arriba de sobres al mínim de briquetes requerides i per tant, que hi haurà estoc de briquetes quan es necessitin en algun moment d'emergència.

4. ESTUDI ECONÒMIC

L'estudi econòmic d'aquesta part del projecte no es basa en el que ha costat realitzar la premsa ja que s'ha fet per a que sigui a cost zero per l'empresa. Tot i així, a continuació es mostra el cost teòric de la premsa si no s'hagués realitzat amb materials reciclats:

Cost teòric				
Materials	Mides [mm]	Quantitat	€ /unitat	Cost total
Metall				
Perfil rectangular	30 x 20 x 2	5 m	0,80 €	3,98 €
Perfil L	50 x 50 x 3	8 m	0,44 €	3,52 €
Perfil Tubular	Ø25	1 m	0,85 €	0,85 €
Perfil quadrat	50 x 50	5 m	1,70 €	8,50 €
Perfil quadrat	40 x 40	4 m	1,21 €	4,82 €
Perfil quadrat	30 x 30	2 m	1,05 €	2,10 €
Planxes metàl·liques	200 x 800	1	1,81 €	1,81 €
Planxes metàl·liques	1200 x 800	1	3,21 €	3,21 €
Altres	-	1 m	2,05 €	2,05 €
Fusta				
Taula	1400 x 600	1	5,43 €	5,43 €
Peça esfèrica	-	1	1,25 €	1,25 €
PVC				
Tub	Ø150 x 1000	1	0,65 €	0,65 €
Pintures				
Imprimació	-	5 litres	4,00 €	4,00 €
Pintura negra	-	5 litres	2,59 €	2,59 €
Gastos indirectes				
Aigua	-	500 litres	0,052 €/l	26,31 €
Electricitat	-	-	11,32 €	
Mà d'obra	-	36 h	0,26 €/h	9,36 €
TOTAL			91,75 €	

Taula 1. Cost teòric premsa

Font: Pròpia

**Els costos de la taula estan basats en els preus d'Indonèsia. (1€ = 15.000 IDR)*

Per a que aquest cost és reduït quasi a zero, s'han aplicat algunes premisses:

- Els materials utilitzats (tant els de metall, fusta o PVC) són materials existents a la fàbrica que ja no es feien servir.
- L'aigua que s'ha fet servir en totes les proves ha estat reutilitzada de diferents feines realitzades a la fàbrica (neteja, reg, refrigeració...)
- La pintura i imprimació utilitzades provenien de pots utilitzats en diferents mobles i ja descartades.
- L'electricitat que s'ha utilitzat per a la construcció de la premsa és insignificant a ulls de l'empresa.
- La mà d'obra ha estat pròpia i per tant no conta com a cost per l'empresa.

Per tant, després de veure que el cost de realització de la premsa ha estat mínim el que podem estudiar és el benefici que aquesta màquina pot oferir a l'empresa.

Com ja s'ha esmentat al principi del treball, la fàbrica té un forn que ha d'escalfar a 80 – 100°C per a que amb aquesta escalfor bulli aigua d'una caldera que després passada per diferents tubs dins de grans forns fa assecar els grans taulells de fusta controlant així la humitat per evitar esquerdes en aquests.

Actualment aquest forn s'escalfa amb diferents peces de fusta que sobren de la fabricació de mobles i altres elements però arriba un moment que aquestes peces són escasses i l'empresa es veu obligada a comprar fusta a l'exterior.

A més, amb la fabricació dels mobles, la fàbrica crea setmanalment uns 10.000 kg de serradures de les quals no en treuen cap benefici, sinó que han de pagar per a que algú les vagi a buscar.

Ajuntant aquest dos conceptes, el cost setmanal de la fàbrica surt:

Cost setmanal			
	Quantitat	Cost unitari	Cost total
Escalfar forn			
Fustes extres	100 kg	0,20 €/Kg	20 €
Mà d'obra	5 h	0,26€/hora	1,30 €
Eliminar serradures			
Transport	10000 Kg (serradures)	-	5 €
Mà d'obra	8 h	0,26€/hora	2,08 €
TOTAL		28,38 €	

Taula 2. Cost setmanal en escalfar el forn i eliminar les serradures

Font: Pròpia

Amb la creació de la màquina de fer briquetes, s'ajuda a l'empresa a no haver d'invertir econòmicament per escalfar el forn i a no haver de pagar per a que vinguin a recollir les serradures. És a dir, només han de pagar la mà d'obra que fa que el forn s'escalfi (l'encarregat de crear les briquetes amb la premsa). Per tant, s'està oferint un benefici doble que a continuació es detalla:

Benefici setmanal			
	Quantitat	Cost unitari	Cost total
Escalfar forn			
Fustes extres	100 kg	0,20 €/Kg	20 €
Eliminar serradures			
Transport	10000 Kg (serradures)	-	5 €
Mà d'obra	8 h	0,26€/hora	2,08 €
TOTAL		27,08 €	

Taula 3. Benefici setmanal per l'empresa

Font: Pròpia

És a dir, l'empresa s'estalvia uns **1.300€** anuals gràcies a les briquetes (xifra elevada quan es parla de països com Indonèsia).

PART 2

5. DISSENY DE LA MÀQUINA

Una vegada dissenyada i construïda la premsa a Indonèsia i veient els avantatges que pot arribar a donar a la part oriental del món s'ha decidit crear una vessant europea de la màquina que fabriqués el mateix tipus de briquetes. Aquesta decisió està justificada ja que després de llegir diversos estudis realitzats recentment no hi ha dubte que cada vegada més gent a Espanya, i sobretot a Europa, intenta conscienciar-se sobre el mal que es fa diàriament al medi ambient i per això està incrementant l'ús d'energies renovables, de productes ecològics i de tot el que respecti el medi ambient.

Les briquetes de fusta poden començar a ser una solució per a les llars europees i també per a algunes empreses ja que poden donar valor afegit a certs productes informant que no s'ha utilitzat electricitat en la seva fabricació o que han reciclat els materials utilitzats.

En el mercat actual ja existeixen les briquetes però no tenen una sortida important perquè la seva fabricació és cara i per tant el seu preu de venda també és elevat i al client li surt més a compte comprar pellets o la llenya directament. La diferència però, està en la nova forma de fabricar les briquetes de fusta. Després d'estudiar el que hi ha al mercat s'ha vist que actualment aquestes briquetes es fabriquen únicament amb serradures i se'ls hi aplica una gran quantitat de calor per a que es fusionin entre elles i així quedin premsades, aquest és un procés complex i car. La nova forma, com ja s'ha explicat en la part 1 del projecte, consisteix en barrejar les serradures amb aigua (la qual pot ser reciclada) i premsar-les dins un motlle. Aquest procés és molt més senzill i econòmic cosa que farà que el preu de les briquetes disminueixi i arribi a ser competència per als altres elements amb funcions similars.

Tot i això, si es vol que alguna empresa s'interessi pel producte no es pot presentar una màquina com la que es va fabricar a Indonèsia ja que en el món occidental l'estètica, l'automatització, la simplicitat i la no necessitat de personal està molt més present, a part de la funcionalitat d'aquesta. A més, també hi ha certes normatives que s'han de seguir i complir a l'hora de fabricar i mantenir els productes que fan encarir-los però que els hi donen més fiabilitat i seguretat. Per tot això, s'ha decidit dissenyar una màquina que pugui fabricar el mateix tipus de briquetes que la premsa presentada amb anterioritat però que a la vegada segueixi les normatives, sigui automàtica, segura, fiable, estètica...en general, que sigui vendible.

Per al disseny d'aquesta nova màquina s'ha intentat mantenir totes les zones que hi havia en l'anterior tot afegint-hi alguna que li pugui donar valor afegit.

A continuació es detalla la màquina en general i cadascuna de les zones esmentades.

5.1.VISTA GENERAL



Imatge 27. Vista general de tota la màquina

Font: NX, Pròpia

Observant la Imatge 26 es pot veure tota la zona de treball, aquesta zona és molt més gran que la utilitzada en la màquina manual ja que està totalment automatitzada i això requereix de certs elements que necessiten més espai.

La màquina dissenyada és una màquina de transferència de 4 estacions (o etapes) que realitza tot el procés de conformat i acaba extraient les briquetes acabades.

Les estacions de treball són:

- Estació de càrrega
- Estació de premsa
- Estació de descàrrega
- Estació de neteja

Tot i que l'element principal és la màquina de transferència (zona de conformat) també es troba la zona de mesclat i la d'assecat les quals ajuden a finalitzar el procés per a que sigui completament automatitzat i segur.

La zona està emmarcada per una tanca que protegeix tot el perímetre de la màquina per així evitar intrusions externes i possibles accidents laborals. Aquesta tanca consta d'algunes obertures per al pas de les màquines externes i d'una porta de seguretat per quan s'hagin de fer treballs interns de reparació, manteniment o neteja. Quan s'obre la porta, tot el funcionament de la màquina entra en parada d'emergència. Aquesta tanca és un element comercial de la marca TROAX el qual es disposa a conveniència depenent de la situació dels elements a emmarcar.

**Els elements que tenen contacte amb el terra, tant el tancament com les estructures de la màquina, van fixats amb un sistema de placa i cargol que permet la regulació en alçada, per així poder regular tota la màquina i anivellar-la. Aquests elements van fixats al terra mitjançant cargols d'ancoratge comercial.*



Imatge 28. Imatge del tancament de seguretat de tota la maquinaria

Font: NX, Pròpia

- **Producte final**

El producte passa per cinc etapes abans d'estar totalment finalitzat.

El primer pas és mesclar les dues matèries primeres (l'aigua i les serradures) com ja s'ha explicat anteriorment. Una vegada aquesta mescla (feta en la zona de mesclat) ha arribat a la zona de conformat ha de passar per tres etapes:

- Es dosifica una quantitat estudiada de mescla dins d'un motlle.
- Es compacta gràcies a una premsa.
- S'extreu del motlle i s'envia fora de la zona de conformat.

Finalment aquesta briqueta passa per l'última etapa, la zona d'assecat, la qual la deixa preparada per ser utilitzada en qualsevol moment.

La briqueta finalitzada té unes mesures de:

- 123 mm de diàmetre (amb un desemmotllament de 10°)
- 70 mm d'alçada.

En els apartats següents es detalla cada part d'aquesta zona de treball per a un millor enteniment.

5.2.ZONA DE MESCLAT

La zona de mesclat és un dels complements externs a la màquina que ajuda a l'automatització d'aquesta i fa que les mescles siguin més rigoroses i exactes que si es fessin manualment.

Aquesta zona està situada a la part exterior de la primera estació i consta d'un "Bigbag" suportat per una estructura que també disposa d'un descarregador. Aquest "Bigbag" es carrega a l'estructura ple de serradures (amb un carretó de motor elèctric). En el descarregador se li insereix un transportador sense fi al qual també li va incorporant aigua des de l'exterior, aquest tub fa que les serradures es transportin fins al dosificador i mentrestant es van barrejant amb l'aigua.

Aquesta mescla cau dins el dosificador – mesclador i és aquí on acaben de barrejar-se les dues matèries primeres. Tant el "Bigbag", la seva estructura, com el dosificador – mesclador són productes normalitzats dels quals podem trobar la seva fitxa tècnica en l'Annex C.1 i C.2 d'*Informacions Extres*.

L'entrada d'aigua es fa mitjançant una canonada que ve des de la xarxa amb una vàlvula per controlar-ne el cabal.

Les quantitats exactes a introduir en el dosificador - mesclador han estat estudiades empíricament:

- Per cada 0,5 kg de serradures 1,5 litres d'aigua. *(Es poden comprovar tots els càlculs fets en l'apartat de Càlculs justificatius)*

Gràcies a estudis realitzats experimentalment, se sap que la barreja ha d'estar almenys uns 20 minuts mesclant-se, això només ens condiciona el primer cicle del procés ja que una vegada començat aquesta mescla segueix un sistema FIFO (*first IN, first OUT*) el qual fa que sempre hi hagin aquests 20 minuts de mescla junta.



En la Imatge 28 es pot veure el descarregador en el qual se li situa el BigBag junt amb el transportador sense fi que envia la mescla al dosificador.

Imatge 29. Descarregador de BigBag amb transportador sense fi

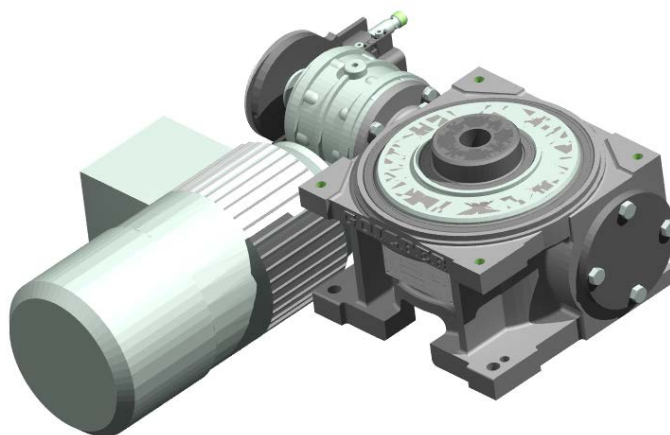
Font: NX, Pròpia

5.3. ZONA DE CONFORMAT

Com ja s'ha comentat anteriorment, la zona de conformat és la part més important de tota la zona de treball ja que és on es produeixen les briquetes. Aquesta producció es fa gràcies a una màquina de transferència de quatre estacions que va desplaçant el producte 90° a mesura que es va conformant fins a tenir-lo acabat.

Unes de les parts més importants d'aquesta màquina són el plat divisor, el disc rotatiu, els motlles i el disc bancada.

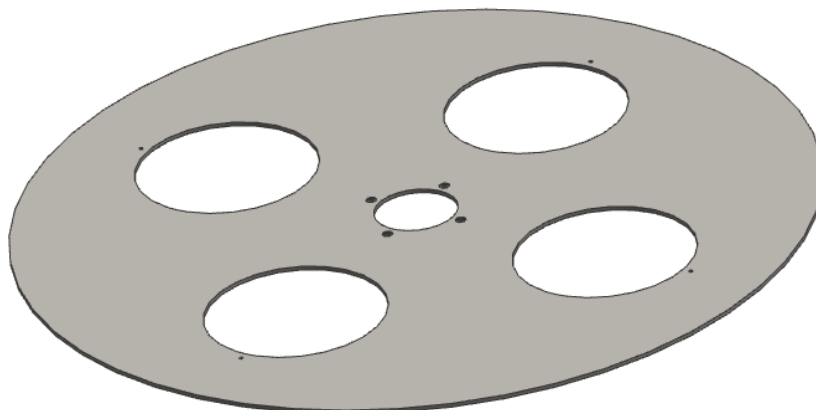
- El plat divisor és un element comercial i normalitzat del qual podem veure totes les seves especificacions en l'Annex C. *Informacions Extres*. Aquest és el que s'encarrega de fer rotar tots els elements disposats sobre seu. Depenent de la càrrega a girar s'ha d'escollir un plat divisor o un altre. A l'apartat de càlculs justificatius es pot consultar el perquè del tipus de plat divisor escollit.



Imatge 30. Plat divisor GOIZPER

Font: GOIZPER

- El disc rotatiu és l'element que va cargolat sobre el plat divisor i que gira. Aquest element no és normalitzat sinó que s'ha de dissenyar depenent de la funció que es vulgui que tingui. Per aquest cas, el nostre disc rotatiu incorpora els motlles de les briquetes ja que són els elements que han d'anar girant per anar fabricant les briquetes. Es tracta d'un disc de 1000 mm de diàmetre i 5 mm d'espessor realitzat en acer inoxidable (AISI 316) ja que estarà en contacte amb aigua constantment.



Imatge 31. Disc rotatiu

Font: NX, Pròpia

- Els motlles també són un dels elements claus en el sistema. Estan dissenyats específicament per a aquest tipus de màquina i per a obtenir el resultat esperat. Es tracta de diferents xapes d'acer inoxidable AISI 316 soldades entre si fins a crear la forma desitjada. S'han realitzat a base de soldar xapes metàl·liques ja que si s'hagués de fer mecanitzant hauríem de desapropiar molt de material i incrementaria el seu cost exponencialment.

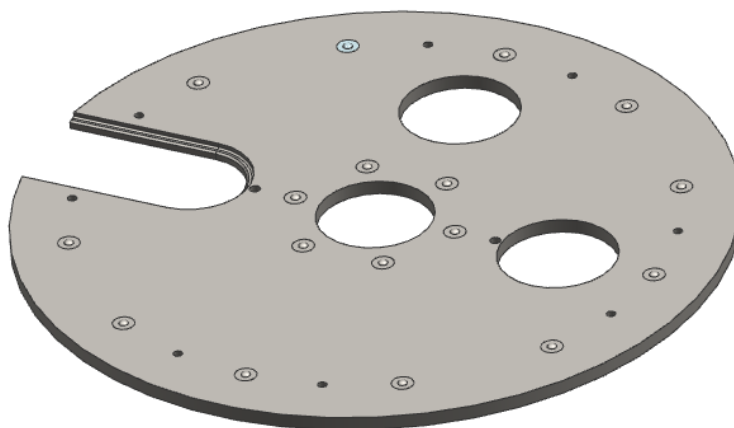
La part inferior del motlle té un desemmotllament de 10° per a que les briquetes es quedin dins d'aquest quan la premsa marxi, la part superior es totalment cilíndrica per a la perfecta entrada de la premsa. A les dues parts se'ls hi ha mecanitzat unes ranures per a la sortida de l'aigua quan actui la premsa. Al voltant del motlle s'ha col·locat una paret que impedeix que l'aigua que surti dels motlles pugui marxar fora d'aquests i, a més, fa que es redireccioni cap a un petit forat per a que l'aigua se'n vagi cap a un dipòsit col·locat a l'inferior de la màquina.



Imatge 32. Pas a pas del muntatge del motlle

Font: NX, Pròpia

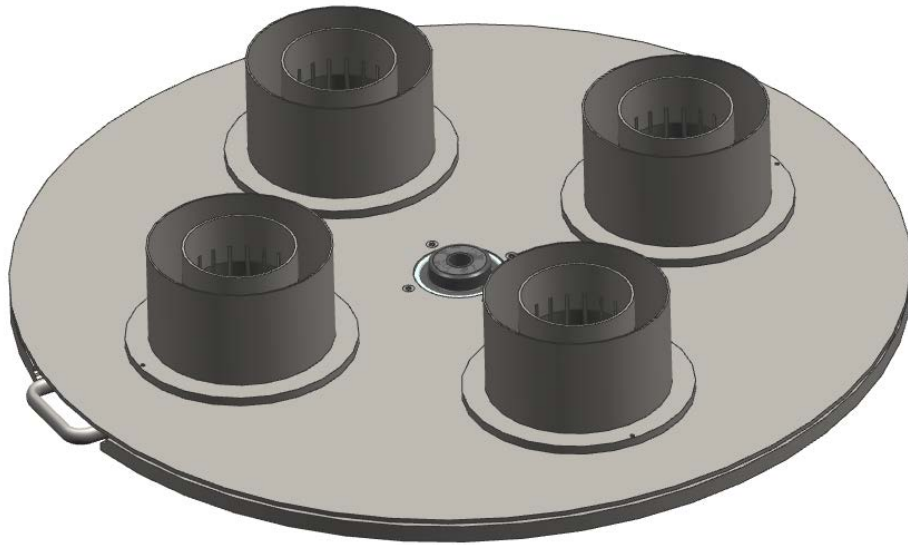
- Finalment hi ha el disc bancada. Aquest disc també està dissenyat per a l'òptim funcionament de la màquina. Es tracta d'un disc de 1000 mm de diàmetre i 20 mm d'espessor realitzat en AISI 316 i col·locat sobre el plat divisor per la part fixa (no giratòria) per tant, fa la funció de bancada. En aquest disc se li han dissenyat diferents mecanitzats per a les diferents posicions del motlle ja que depenent de l'estació on estigui el disc rotatiu necessitarà un disseny o un altre. En l'estació de càrrega el disc és totalment massís ja que no es pot perdre material per sota, en l'estació de premsa es necessita que hi hagi petits forats per a que dreni l'aigua però no s'escapi material, això s'ha aconseguit deixant un orifici en aquesta part i fent una peça extraïble que incorpora aquests forats i es pot treure per a una millor neteja al final del dia. Finalment, les estacions de descàrrega i de neteja tenen un forat buit ja que es necessita que caigui la briqueta (en la part de descàrrega) o que caigui tota l'aigua possible (en la part de neteja). Per a que el disc giratori (el qual va a sobre d'aquest) giri amb facilitat i sense fregament amb la bancada se li ha afegit en aquest disc bancada uns orificis on aniran incorporades unes boles transportadores normalitzades amb especificacions al Annex C.6 d'Informacions Extres.



Imatge 33. Disc bancada amb boles transportadores incorporades

Font: NX, Pròpia

El conjunt de la zona de conformat explicat anteriorment quedaria així:



Imatge 34. Conjunt peces principals zona de conformat

Font: NX, Pròpia

Per al muntatge d'aquest conjunt es parteix com a peça principal el plat divisor.

- El disc rotatiu va cargolat sobre la part giratòria del plat divisor.
- El disc bancada va cargolat sobre la part fixa del plat divisor.
- Entre el plat rotatiu i el plat divisor van encaixades 12 boles transportadores per a una millor fricció entre ambdós discs.
- Els motlles van encaixats sobre el disc rotatiu. La perfecta col·locació es fa amb ajuda d'un forat al disc que ha d'encaixar amb un eix del motlle (*pokayoke*).

Seguidament es detalla cada estació del procés de conformat:

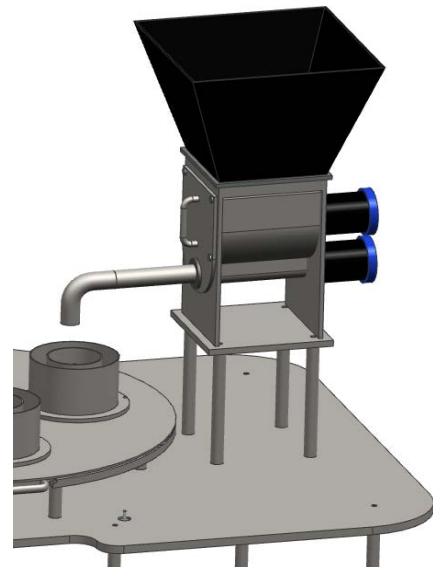
- **Estació de càrrega**

L'estació de càrrega és la primera estació de tot el procés. Es tracta bàsicament de carregar de producte el motlle però s'ha de fer amb precisió ja que es vol una quantitat de producte específica per a que després tots els productes finals, les briquetes, siguin estàndards.

Per a aconseguir aquesta emplenada de motlle equitativa en tots els cicles es disposa d'un dosificador, element normalitzat de la marca CAVICCHI, que s'utilitza també per a mesclar els productes, el qual gràcies a un visin fi i uns sensors de pesada (codificats per l'usuari) controlen la quantitat de producte que ha de caure en cada moment.

Gràcies a aquest dosificador també es pot fer una dosificació intermitent, la qual cosa fa que caigui material quan hi ha el motlle al seu lloc i que no en caigui quan els motlles estan rotant.

En el disseny del procés (apartat posterior) es pot veure quin és el temps d'emplenada i d'espera del dosificador ja que anirà en funció de l'estació coll d'ampolla de la màquina completa.



Imatge 35. Estació de càrrega

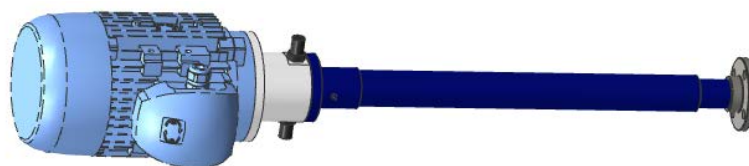
Font: NX, Pròpia

- **Estació de premsa**

L'estació de premsa és l'estació més important de les quatre que hi ha a la zona de conformat. Aquesta etapa s'encarrega de premsar el producte abans carregat al motlle fins a escórrer tota l'aigua i deixar la briqueta ben compactada. Aquesta aigua escorreguda, gràcies als diferents elements redireccionants del motlle, va a parar a un embut situat al inferior que amb un tub la porta fins a un dipòsit situat a la part més baixa de la màquina.

Per a fer efectiva aquesta compactació es conta amb diferents elements claus:

- Actuador lineal: Es tracta d'un element normalitzat de la marca NIASA el qual s'ha escollit que pugui realitzar una força màxima de 3kN (tot i que només s'utilitzen 2kN per al premsat) i una cursa de 300 mm per a una premsada efectiva. Tots els càlculs referents al actuador lineal també es poden trobar a l'apartat 7 de càlculs justificatius. Les especificacions tècniques es poden veure en l'Annex C *Informacions Extres*.
- Motor: l'actuador lineal comercial ja ve amb el motor incorporat. Aquest motor és l'encarregat de fer girar el cargol sense fi de dins l'actuador i per tant moure'l linealment.

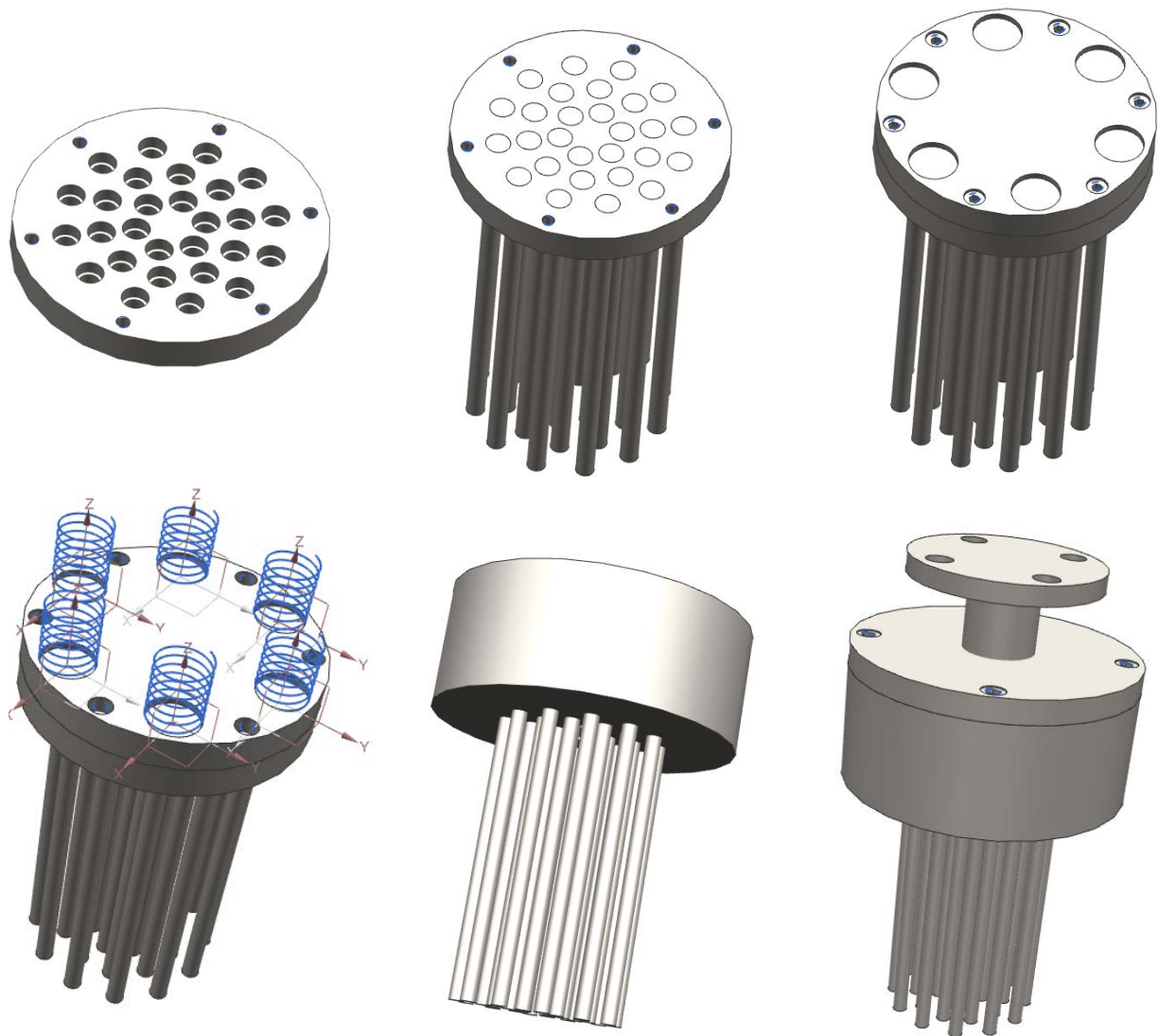


Imatge 36. Actuador lineal amb motor incorporat

Font: NIASA

- Accessori premador: Aquest accessori consta de diferents elements situats a la part inferior de l'actuador i s'encarrega de premar (gràcies a la força de l'actuador). Està realitzat amb vuit peces diferents:
 - Acoblador: és la peça que ajunta l'accessori premador amb l'actuador lineal. Es tracta d'un disc de 80 mm de diàmetre i 8 mm d'espessor amb 4 forats per a poder cargolar-lo a l'extrem inferior de l'actuador.
 - Suport acoblador: aquest suport és el que ajunta l'acoblador amb la tapa. Es tracta d'un cilindre de 30 mm de diàmetre i 30 mm de llarg i va soldat pels seus extrems tant a l'acoblador com a la tapa.
 - Tapa: com s'ha comentat, va soldada al suport acoblador i la seva única funció és la de tapar tots els elements de dins l'accessori de premsa.
 - Molles: l'element que va seguidament després de la tapa són 6 molles normalitzades de les quals es pot trobar tota la informació en l'Annex C.7 d'*Informacions Extres* i els càlculs que justifiquen el perquè s'han escollit aquest tipus de molles en l'apartat 7 (càlculs justificatius). Les molles són les encarregades del premsat final, quan tot l'accessori ja ha arribat al final del trajecte i no pot baixar més aquestes molles són les que es comprimeixen fins al final de carrera de l'actuador (sense arribar a la posició de bloc) aconseguint una premsada efectiva.
 - Patí: el patí és l'element que es desplaça amunt i avall depenent de la compressió de les molles. Es tracta d'un disc de 110 mm de diàmetre i 10 mm d'amplada que té unes cavitats a la part superior per a la fàcil col·locació de les molles.
 - Bancada Expulsors: es tracta del lloc on van situats els expulsors (explicats en el punt següent). Aquesta bancada va cargolada al patí una vegada els expulsors han estat col·locats, per a una bona col·locació aquesta bancada disposa de tants forats passant de doble diàmetre com expulsors hi ha (40 exactament) per a que aquests es sostinguin sense cap altre mecanisme de fixació. La seva geometria és també un disc de 110 mm de diàmetre i 10 mm d'ample.
 - Expulsors: els expulsors són un dels elements claus d'aquest accessori. Després de varis experiments fets s'ha comprovat que les briquetes cremen millor si tenen petits forats en el seu interior o en el seu defecte un forat al mig ja que l'oxigen passa per aquests orificis i millora la cremada. Per això estan els expulsors, aquests són els encarregats de fer els forats al cos de la briqueta mentre l'actuador va baixant (ja que la massa encara està líquida i és fàcil travessar-la) i quan aquests expulsors toquen amb la part inferior (el disc bancada) i no poden seguir descendint és quan comença a actuar la força de la molla i comença la compactació. Aquests també són un element normalitzat del que podem trobar les especificacions al Annex C.5 d'*Informacions Extres*.
Les seves mesures són: diàmetre 6mm i longitud 125mm.
 - Carcassa: la carcassa és la peça que recobreix tot l'accessori per a una millor premsada i estètica. Té el mateix diàmetre que la part superior del motlle per a que la premsada sigui uniforme. Aquesta carcassa va cargolada a la tapa per a agrupar tot el conjunt.

A continuació es mostra el pas a pas del muntatge d'aquest accessori per a un millor enteniment:



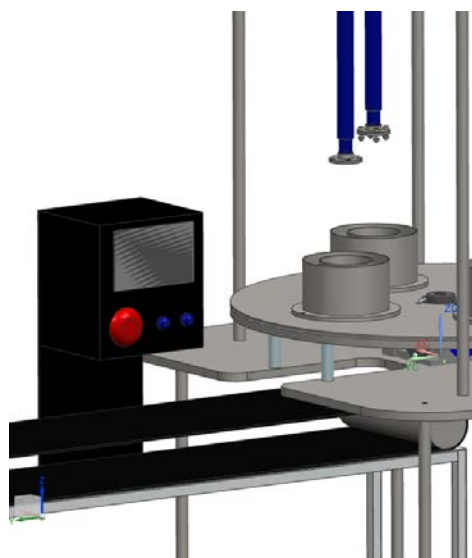
Imatge 37. Pas a pas muntatge accessori premsa
Font: NX, Pròpia

- Estació de descàrrega

L'estació de descàrrega és la que s'encarrega bàsicament d'extraure la briqueta de dins el motlle i que aquesta es transporti fins a la següent zona.

Aquesta extracció es realitza gràcies a un actuador lineal igual al de l'estació de premsa (amb especificacions tècniques a l'Annex C.4 d'*Informacions Extres*) però sense tanta força aplicada. En aquesta etapa, com el disc bancada que hi ha al inferior té un orifici obert la briqueta cau fàcilment quan és empesa per l'actuador.

Aquesta briqueta, al caure, va a parar a una cinta transportadora la qual està encaixada sota l'orifici obert i transporta la briqueta fins a la zona d'assecat.



Imatge 38. Zona de descàrrega

Font: NX, Pròpia

- Estació de neteja

L'última estació (o etapa) de la màquina de transferència es tracta d'una zona de neteja del motlle. Després dels tests experimentals fets amb aquesta mescla d'aigua i serradures s'ha comprovat que sempre hi queden restes de material que amb el pas dels cicles pot anar obstruint les ranures de drenatge de l'aigua i causar problemes en la fabricació de les briquetes. Per a que això no passi s'ha incorporat aquesta última estació, que tot i que no té a veure amb el procés de conformat del producte és una ajuda per a la bona qualitat d'aquest.

Aquesta estació està composta per tres elements bàsics: l'actuador lineal, l'accessori de neteja i la campana protectora (els tres elements normalitzats). Els quals tots junts fan que el motlle, després d'un cicle de premsada, es netegi fins que les ranures queden lliures d'impureses.

L'actuador lineal és el mateix utilitzat en les dues estacions anteriors. El fet d'utilitzar els mateixos elements repetits és un avantatge a l'hora de reparar-los o substituir-los. Aquest actuador és el que s'encarrega de fer pujar i baixar l'accessori de neteja, en aquest cas sense cap força aplicada.

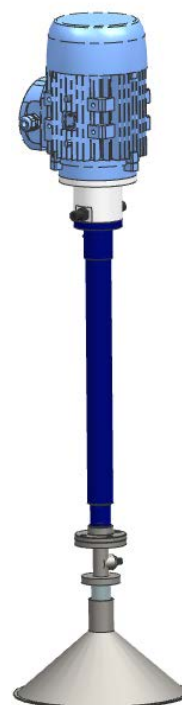
L'accessori de neteja és un element de geometria esfèrica amb petits orificis que està posicionat en la part inferior de l'actuador i en el qual se li inserta un tub on circula aigua i amb un sensor assegurem que aquesta aigua només surti quan l'actuador està totalment en posició "oberta".



La campana és l'encarregada de fer que l'aigua que cau no se'n vagi cap enfora sinó que tota s'enfoqui cap al motlle des de totes les direccions possibles, així s'assegura una neteja completa. Aquesta campana va subjecta al actuador i està assegurada amb estanqueïtat per a que no hi hagin pèrdues que puguin danyar altres elements.

Imatge 40. Embocadura de neteja

Font: NX, Pròpia



Imatge 39. Conjunt estació de neteja

Font: NIASA, Pròpia

El conjunt total de la zona de conformat quedaria d'aquesta manera:



Imatge 41. Conjunt total zona de conformat

Font: NX, Pròpia

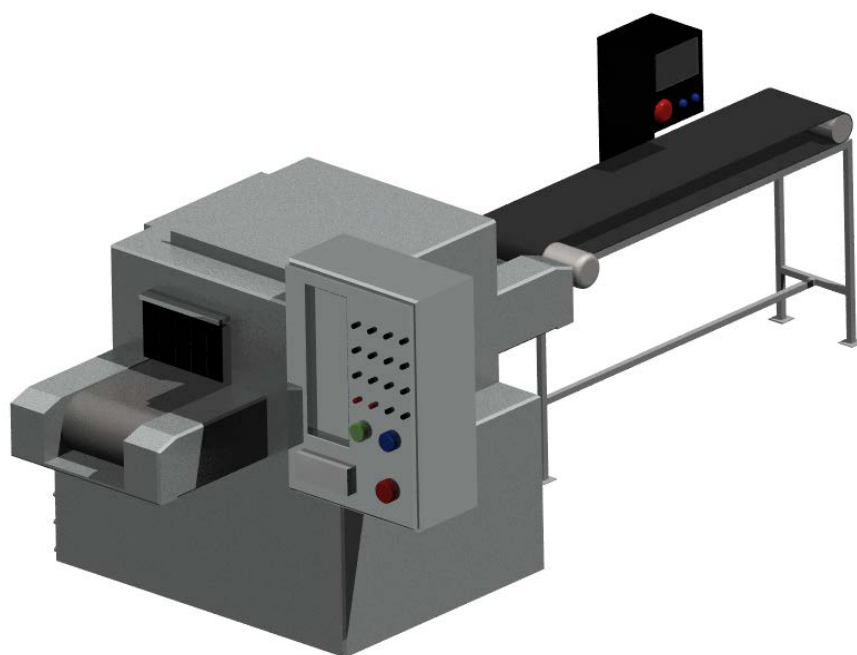
Per arribar al disseny d'aquest conjunt total s'han anat afegint diversos elements secundaris a les peces principals. Aquests elements són tant les taules que subjecten totes les peces, com les potes o cargols varis. Com podem comprovar en la Imatge 40 a l'inferior de tota la zona trobem un dipòsit, aquest element forma part del circuit d'aigua del sistema i serà explicat en l'apartat *Tractament de residus*.

5.4.ZONA D'ASSECAT

La zona d'assecat és una altra de les zones externes de la màquina. Aquesta zona s'encarrega d'assecar les briquetes, anteriorment compactades, per a deixar-les amb una humitat del 15% ja que després de varis estudis experimentals fets s'ha arribat a la conclusió que és la humitat ideal per a que tinguin un poder calorífic acceptable i un rendiment elevat.

Aquest assecat es realitza en un forn a base d'aire d'alt flux el qual ja ve amb la cinta transportadora incorporada. El forn escollit és un element normalitzat de la marca STOELTING el qual una de les seves característiques, a part de la seva efectivitat en l'assecat, és que té una fàcil incorporació en línies de producció cosa que és interessant per al disseny efectuat. Per a conèixer altres característiques d'aquest forn i també de la cinta transportadora es pot consultar l'Annex C.8 i C.11 d'*Informacions Extres* on es troben les seves fitxes.

Gràcies a que funciona amb cinta transportadora les briquetes que surten de la zona de descàrrega van a parar al forn automàticament on la cinta canvia la seva velocitat i s'ajusta al temps que han d'estar dins el forn les briquetes per al assecat ideal. Després de diversos càlculs s'ha comprovat que el temps que han d'estar les briquetes dins el forn són d'1 minut i 40 segons. A l'apartat 7 es poden comprovar els càlculs fets per a saber el temps d'assecat.



Imatge 42. Zona d'assecat; cinta transportadora i forn

Font: NX, Pròpia

5.5. TRACTAMENT DE RESIDUS

En tot el procés explicat l'únic residu que es genera és aigua amb impureses (restes de serradures).

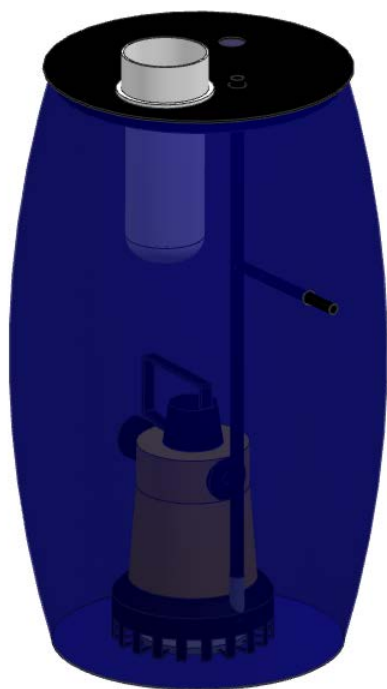
L'aigua està present en tres de les quatre etapes de la zona de conformat; a l'estació de càrrega s'incorpora aigua neta a la mescla, a l'estació de premsa es rebutja l'aigua sobrant de les peces la qual està bruta i, en l'estació de neteja es fa servir aigua neta i a la vegada es llença aigua bruta.

Per tant, s'ha dissenyat un sistema de recollida i aprofitament de l'aigua per a que no hi hagi un consum excessiu ni un malbaratament d'aquesta.

L'aigua arribarà de la xarxa fins a la zona de mesclat, quan aquesta aigua caigui bruta per l'estació de premsa i per la de neteja gràcies a embuts i diversos tubs es portarà cap a un dipòsit situat en la part inferior de tota la zona de conformat. Aquest dipòsit (Annex C.16 *d'Informacions Extres*) té dins el seu interior una bomba submergible amb boies que detecten un màxim i un mínim establert per l'usuari i una bossa-filtre de neteja d'aigua. Les aigües brutes es portaran cap al filtre i una vegada filtrades entraran dins el dipòsit.

La bomba serà l'encarregada d'enviar aigua cap a l'estació de neteja (formant així un cicle tancat) i també serà l'encarregada de detectar si no hi ha suficient aigua i demanar-ne més a la xarxa o si n'hi ha en excés i per tant n'enviarà la necessària cap al clavegueram. Això s'aconsegueix amb la bomba escollida, element normalitzat amb especificacions al Annex C.9 (*Informacions Extres*), la qual també té una funció de boies i vàlvules que s'encarreguen d'obrir el pas de l'aigua per un tub o per un altre.

El filtre també és un element normalitzat amb especificacions al mateix Annex, apartat C.10.



Imatge 43. Conjunt dipòsit + bomba + filtre

Font: NX, Pròpia

Una vegada explicada cada zona del sistema i cada estació de la màquina, és hora de mostrar quin serà el procés a seguir en un cicle de producció de briquetes.

6. DISSENY DEL PROCÉS

6.1. DIAGRAMA DE PROCÉS

		Client: UPC Planta: EPSEVG		Màquina transfer fabricació briquetes			Producció: 2700 U/ Dia Temps de cicle : 9 segons Disponibilitat: 87,50%						Projecte: TFG_00_000 Data: 09/04/2015 Pàgines: 1 de 1			
Realitzat	Clara Casademont / Nuria Vendrell			Temps de Cicle												
Posicó	Concepte	Temps [s]	Inici [s]	Final [s]	Repeticions per dia											
		Primera briqueta				...	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...
	Càrrega de serradures	600	0	600	1											
	Transportar massa fins al dosificador	60	600	660	continu	...										
	Mescla al Dosificador	20	660	680	continu	...										
	Gir de Taula	3	680	683	677,5											
1	Estació de càrrega	6	683	689	2700											
	Càrregar motlle	5	683	688	2700											
	Temps d'espera	1	688	689	2700											
	Gir de Taula	3	689	692	677,5											
	Estació de premsa	6	692	698	2700											
2	Aproximació premsa	1	692	693	2700											
3	Premsada	2	693	695	2700											
4	Retirada premsa	2	695	697	2700											
5	Drenatge aigua complet	1	697	698	2700											
	Temps d'espera	0	698	698	2700											
	Gir de Taula	3	698	701	677,5											
	Estació de descàrrega	6	701	707	2700											
6	Aproximació actuador	1	701	702	2700											
7	Descàrrega	1	702	703	2700											
8	Retirada actuador	1	703	704	2700											
	Temps d'espera	3	704	707	2700											
	Gir de Taula	3	707	710	677,5											
	Estació de neteja	6	710	716	2700											
9	Aproximació embocadura de neteja	1	710	711	2700											
10	Neteja del motlle	3	711	714	2700											
11	Retirada embocadura de neteja	1	714	715	2700											
12	Drenatge aigua complet	1	715	716	2700											
	Temps d'espera	0	716	716	2700											
	Transport briquetes al forn	6	703	709	continu	...										
	Assecat de briquetes	100	709	809	continu	...										
	Recollida de briquetes	1	809	810	continu	...										

Diagrama 1. Disseny del procés

Font: Pròpia

6.2. CÀLCULS DE PROCÉS

Contant que la primera briqueta triga 810 segons en sortir acabada, però que les següents ja només triguen 9 segons (un cicle) i sabent que la màquina està en funcionament 8 hores diàries es pot determinar que:

Dades:

- 1era briqueta → 810 segons
- Resta briquetes → cada 9 segons
- Temps funcionament → 8 hores diàries = 28800 segons diaris

$$\text{briquetes diàries (teòriques)} = \frac{28800s - 810s}{9s/\text{briqueta}} + 1\text{briqueta (1era)} = \mathbf{3111 \text{ briquetes}}$$

Si cada briqueta consta de 0,5 kg de serradures, per aconseguir aquestes 3111 briquetes es necessitaria:

$$\text{Kg serradures} = 3111 \text{ briquetes} \cdot 0,5 \frac{\text{kg}}{\text{briqueta}} = \mathbf{1555,5 \text{ kg serradures}}$$

Una vegada es té aquestes dades teòriques es pot calcular quines seran les dades reals:

Se sap que els Big Bag normalitzats que s'utilitzaran tenen unes mides de:

$$\text{BigBag} = 1,5 \times 1,5 \times 2 \text{ m} = 4,5\text{m}^3$$

Amb això i la densitat coneguda de la serradura ($d = 300 \text{ kg/m}^3$):

$$\text{Kg serradures per BigBag} = \frac{300\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 4,5 \text{ m}^3 = \mathbf{1350 \text{ kg per Bigbag}}$$

Si cada briqueta porta 0,5 kg de serradures, com ja s'ha comentat:

$$\text{n}^\circ \text{ briquetes per BigBag} = \frac{1350 \text{ kg serradures}}{0,5 \text{ kg/briqueta}} = \mathbf{2700 \text{ briquetes per BigBag}}$$

Si finalment es calcula que entre posada en marxa i manteniment diari de la màquina aquesta només està en funcionament 7 hores diàries, es pot determinar que:

7 hores diàries = 25200 segons diaris

$$\text{n}^\circ \text{ briquetes} = \frac{25200s - 810s}{9s} = \mathbf{2710 \text{ briquetes}}$$

Per tant, cada dia es necessitarà un Big Bag sencer que serà carregat a les 8 del matí i ja no es descarregarà fins a final del dia.

Aquesta càrrega i descàrrega junt amb el manteniment de neteja al final del dia i el de posada en marxa a primera hora del matí han de tenir una durada màxima d'una hora que és la que completa les 8 hores de jornada laboral de la màquina.

7. CÀLCULS JUSTIFICATIUS

7.1. ESTANDARDITZACIÓ DE QUANTITATS

Per a l'estandardització de quantitats s'han agafat com a referència els estudis experimentals fets amb la màquina manual. Com que les dimensions dels motlles de les dues màquines són pràcticament iguals es pot determinar que es necessitaran aproximadament la mateixa quantitat de material i així, en aquest sistema s'obtindran millors resultats ja que la premssada és més efectiva.

Les dades que es coneixen són:

- Quantitat de serradures per a 12 briquetes = 0.01982 m^3
- Densitat de la serradura = $0.30 \text{ ton/m}^3 = 300 \text{ kg/m}^3$

Amb aquestes dades es pot calcular la quantitat de serradures utilitzades per a fabricar 12 briquetes:

$$Q/12 = \frac{0,01982 \text{ m}^3}{300 \text{ kg/m}^3} = 5,94 \text{ kg} \approx \mathbf{6 \text{ kg}}$$

Finalment, ja es pot conèixer quina quantitat de serradures es necessita per a crear 1 briqueta:

$$Q = \frac{6 \text{ kg}}{12 \text{ briquetes}} = \mathbf{0,5 \text{ kg de serradures per briqueta}}$$

Per a conèixer la quantitat d'aigua necessària per a crear una briqueta els càlculs són més senzills.

Les dades que es coneixen són:

- Quantitat d'aigua per 12 briquetes = 19 litres

Per tant, la quantitat d'aigua per briqueta serà:

$$Q_{\text{aigua}} = \frac{19 \text{ l}}{12 \text{ briquetes}} = \mathbf{1,5 \text{ litres d'aigua per briqueta}}$$

Una vegada se sap les quantitats unitàries de serradures i aigua, s'ha de calcular el pes total de mescla per briqueta ja que serà aquest el que se li introduirà al dosificador – mesclador per a que ho dosifiqui en cada motlle de manera correcta.

Per tant,

Serradures = 0,5 kg

Aigua = 1,5 litres = 1,5 kg

$$\mathbf{Total \text{ mescla} = 0,5 \text{ kg} + 1,5 \text{ kg} = 2 \text{ kg de mescla total}}$$

Així doncs, el dosificador deixarà passar a cada motlle 2 kg de mescla per a la creació d'una briqueta.

7.2. FORÇA MÍNIMA DE PREMSADA

Una vegada realitzada la premsa de la part 1, es van fer diferents estudis pràctics per a tenir constància de les forces que se li estaven aplicant de manera experimental.

L'estudi per conèixer la força de premsada es va realitzar amb 5 elements iguals de pesos coneguts els quals es van anar incorporant a la zona de premsa manual fins que la premsa va baixar la distància desitjada (7 cm) la qual era la que ens donava el millor rendiment en una premsada manual.

Una vegada aconseguida aquesta distància es van contar els elements que si van haver de col·locar i es van sumar tots els pesos per saber-ne el total.

Cada element pesa 10 kg i en total se'n van col·locar 5 elements per tant en total pesava 50 kg.

Conegut això, ja es pot saber la força originada per una persona a l'hora de premsar:

$$F = 50\text{kg} \cdot 9,8\text{ m/s}^2 = 490\text{ N} \approx \mathbf{500\text{ N}}$$

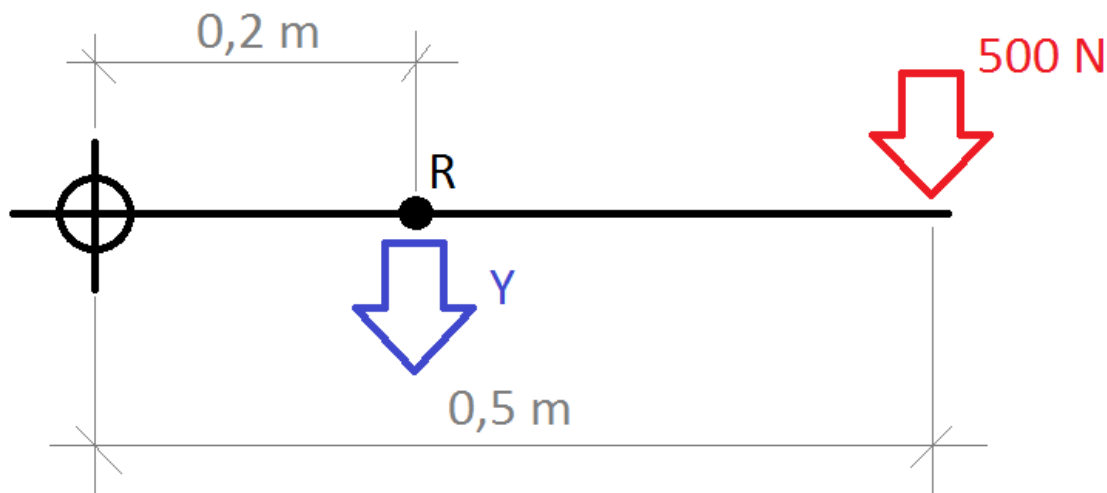
Una vegada se sap quina es la força exercida per una persona en la premsa ja es pot saber quina es la força mínima que hauria de fer l'actuador lineal.

Com que la força de l'actuador va directament a la briqueta, s'han de fer diversos càlculs per a saber quina és aquesta força requerida.

Per a aconseguir això es coneix:

- Força exercida per la persona = 500 N
- Distàncies de la premsa:
 - o Bancada – centre = 0,2 m
 - o Bancada – extrem persona = 0,5 m

Per tant,



$$500 \cdot 0,5 = R \cdot 0,2$$

$$R = \frac{250}{0,2}$$

$$\mathbf{R = 1250\text{ N}}$$

La força mínima que hauria de fer l'actuador són 1,25 kN.

Una vegada es coneix aquesta dada, ja es pot determinar quin tipus d'actuador lineal es necessita.

7.3. CÀLCULS REFERENTS AL ACTUADOR LINEAL

Quan ja es coneix quina ha de ser la força mínima que s'ha de fer l'actuador hem de determinar quin és el recorregut que es vol que tingui per finalment triar el ideal per a la nostra funció.

En aquest cas, s'han fet diferents càlculs per saber quin recorregut és el necessari per a aquest actuador.

Dades conegudes:

- Alçada del motlle = 120mm
- Distància fins bancada = 15 mm
- Recorregut de premsat = 70mm
- Separació actuador = 50 mm

Amb aquestes dades, podem saber quina és la distància que ha de recórrer l'actuador per a un premsat idoni.

$$Distancia = 120 + 15 + 70 + 50 = \mathbf{255\ mm}$$

Per tant, ja es pot descriure les condicions mínimes que ha de tenir l'actuador a escollir:

- Força mínima de **1250 N**
- Recorregut mínim de **255 mm**
- Possibilitat d'enganxar accessoris

Com que els actuadors lineals són elements normalitzats hem d'escollir el que més s'assembli del mercat i es poden regular per a que apliquin la força desitjada i facin el recorregut requerit.

Finalment, l'actuador escollit té unes característiques tècniques de:

- Força màxima = 3kN = **3000 N** → Suficient per als 1250 N
- Recorreguts de: 100 mm, 200 mm, **300 mm** i 400 mm → on s'escollirà el recorregut de 300mm i s'adequarà al sistema
- Possibilitat d'accessoris

7.4. CÀLCUL DEL TEMPS D'ASSECAT

En els estudis experimentals realitzats les briquetes trigaven a assecar-se (arribar a un 12% d'humitat com a mínim) de 5 minuts en cas de col·locar-les al forn fins a 2 dies en cas de deixar-les al aire lliure.

Tot i això, gràcies a l'automatització d'aquesta màquina, les briquetes ja surten amb molta menys humitat (menys quantitat d'aigua) que les premades manualment i per tant, el temps d'assecat serà menor.

La manera d'assecar-se en aquest nou sistema és la de passar per un forn de cinta transportadora mentre aquest va tirant aire calent. Aquest mètode amb aire és ideal per a les briquetes ja que al portar petits forats en el seu cos l'aire passa entre ells i les asseca més ràpidament.

Per tant, s'han fet diferents càlculs per saber quan de temps han d'estar les briquetes dins al forn per a un assecat òptim.

Les dades conegudes són:

- Temps d'assecat al forn en briquetes d'un 60% d'humitat inicial = 5 minuts
- % d'humitat inicial de les briquetes actuals = 20%

Així doncs,

$$Temps = \frac{5 \text{ minuts} \cdot 20\%}{60\%} = 1,67 \text{ min}$$

Temps d'assecat \approx 1 minut i 40 segons

7.5. CÀLCULS REFERENTS AL PLAT DIVISOR

En aquest apartat es vol comprovar que el plat divisor estigui ben dimensionat per a la placa i esforços que van a sobre seu.

El plat divisor és l'element encarregat de fer girar tota l'estructura per a una producció de briquetes en massa.

Aquest plat haurà de fer 4 parades, ja que hi ha 4 estacions i cada gir durarà 3 segons (tal com s'ha vist al disseny del procés) a una freqüència de 50 Hz.

Dades del plat divisor GOIZPER (segons fitxa tècnica):

- Càrrega axial màxima admissible: 6750N
- Moment de bolcada màxim admissible: 265Nm

Dades placa AISI 316 (peça pròpia):

- Diàmetre exterior = 1000 mm
- Gruix = 5 mm
- Massa placa = 60 kg
- Massa dels utilitatges plens (x4) = $25 \cdot 4 = 100$ kg

Dades forces aplicades:

- Força ≈ 0 N
- Distància del centre al punt de premsada = 275 mm = 0,275 m
-

$$Càrrega\ axial\ total = 60 \cdot 9,8 + 100 \cdot 9,8 = 588 + 980$$

$$Càrrega\ axial\ total = 1568\ N$$

Per tant, com la càrrega axial total és menor a l'admissible, es pot determinar que el plat divisor està ben dimensionat. Potser, es podria trobar una mica sobredimensionat però és el mínim que ofereix l'empresa desitjada.

A més, al ser una placa foradada on les forces que s'hi apliquen no van a parar en ella, el moment de bolcada és mínim i per tant, també està ben dimensionat per aquesta part.

A continuació es mostren els càlculs de l'empresa fets informàticament a partir de les dades mostrades anteriorment:

GOIZPER

UNIDADES DE GIRO

HOJA DE CÁLCULO - SISTEMAS DE GIRO INTERMITENTE GOIZPER

CLIENTE: U P C CONTACTO:
N/REF: 18694/15 C1 U P C 18/03/2015
S/REF: Mesa 4 estaciones

DATA

Tiempo de giro: 3,00 s Ángulo de giro de la leva: 315 °
Número de paradas: 4 Frecuencia: 50 Hz

MASA e INERCIA A DESPLAZAR

Descripción	Cantidad	De (mm)	Di (mm)	Rr (mm)	L (mm)	a (mm)	b (mm)	M (kg)	J (kg·m ²)
Plato	1	1000	0	0	0	0	0	60,00	7,50
Útiles	4	400	0	280	0	0	0	25,00	9,84

Masa total: 160,00 kg Radio equivalente: 329,20 mm
Inercia total: 17,34 kg·m² Rs de los seguidores: 55 mm
Re/Rs real: 5,99

CÁLCULO y SELECCIÓN

Velocidad de entrada: 17,96 rpm Tiempo total (giro + reposo): 3,34 s
Tiempo de giro propuesto: 2,92 s Acel. Angular max.: 1,26 rad/s²
Par dinámico requerido: 21,94 Nm Tiempo de parada (reposo): 0,01 s
Par de fricción: Nm Tiempo de parada (emerg.): 0,03 s
Par de gravedad: Nm Par de frenado: 5,00 Nm
Unidad: **PGI-220/4-315-D-S33**
Par de trabajo necesario: 21,94 Nm Reductor: **RMI40 i49LF39,6**
Par de trabajo admisible: 90,00 Nm Motor: **AT 63C6 0,13kW**
Par de entrada necesario: 13,24 Nm Función de movimiento: S33
Par de entrada admisible: 23,89 Nm Coef. de aceleración: 6,88
Potencia motor necesaria: 0,05 kW
Vida de la unidad: 80000 h
Precisión: ± 0,020 a 55 mm

IMPORTANTE:

En caso de modificación de algún dato, por favor consulte para verificación y validación del producto

7.6. CÀLCULS REFERENTS AL DIPÒSIT

El dipòsit, és un dels altres elements normalitzats que hi ha en tot el sistema, tot i que és un element que es dedica a recollir l'aigua sobrant, també s'han hagut de fer càlculs ja que ha d'incorporar una bomba i un filtre dins seu i ha de tenir unes mides adequades per a emmagatzemar la suficient aigua però també per a eliminar-ne quan hi hagi un excés.

Dades conegudes:

- Les mides de la bomba interior són: 320mm de diàmetre màxim i 360mm d'alçada
- La bomba necessita 100mm d'alçada més per a que actuïn les boies.
- El filtre té una llargada de 230 mm

Coneixent això ja es pot determinar que el dipòsit haurà de tenir una alçada mínima de:

$$\text{Alçada mínima dipòsit} = 360 \text{ mm} + 100 + 230 \text{ mm} = \mathbf{690 \text{ mm}}$$

I un diàmetre mínim de:

$$\text{Diàmetre mínim} = \mathbf{320 \text{ mm}}$$

Una vegada es coneixen aquestes dades, es poden agafar aquestes mesures i calcular quins serien els litres d'aigua que hi cabrien:

$$\text{Capacitat dipòsit mínima} = 160^2 \cdot \pi \cdot 690 = 55493092,63 \text{ mm}^3 = \mathbf{55,49 \text{ litres}}$$

Per tant, buscant pel mercat s'ha trobat un dipòsit normalitzat que compleix totes les condicions requerides que a més, té una capacitat superior i permet emmagatzemar més litres d'aigua:



MODELO	CAPAC. NOMINAL	TARA aprox.	DIMENSIONES APROX. (mm.)			EMBALAJE	HOMOLOGACION
	Litros	Kg.	A	B	C		
30- ST DECKEL 1,3 (*)	30	1,800	315	520	243	Palet 48 u.	1H2/ X 56 / S
60- ST DECKEL 2,5 (*)	60	3,000	400	620	313	Palet 32 u.	1H2/ X 96 / S
120- ST DECKEL 4,5	120	5,500	496	800	383	Palet 18 u.	1H2/ X 225 / S
150- ST DECKEL 5,2	150	6,200	496	965	383	Palet 12 u.	1H2/ Y 267 / S
220- ST DECKEL 7,5	220	9,000	594	975	472	Palet 8 u.	1H2/ X 318 / S

(*) Opción con asas laterales

Imatge 44. Dades del dipòsit

Font: depositosdeagua.net

7.7. CÀLCULS REFERENTS AL TRANSPORTADOR SENSE FI

El transportador sense fi és l'element que transporta les serradures des del Bigbag fins al mesclador – dosificador, aquest element és també normalitzat però s'ha de calcular quina quantitat de material es vol que transporti per cada hora que passi i així es pot ajustar la velocitat d'aquest per a la òptima creació de les briquetes i per no saturar el mesclador.

Dades conegudes:

- Densitat serradures = 300 kg/m^3
- Quantitat de serradures per 1 briqueta = $0,001651 \text{ m}^3$
- Duració d'un cicle = 9 segons

Per tant, si es vol que en el mesclador sempre hi hagi la quantitat per a 4 briquetes (1 cicle), hi ha d'haver:

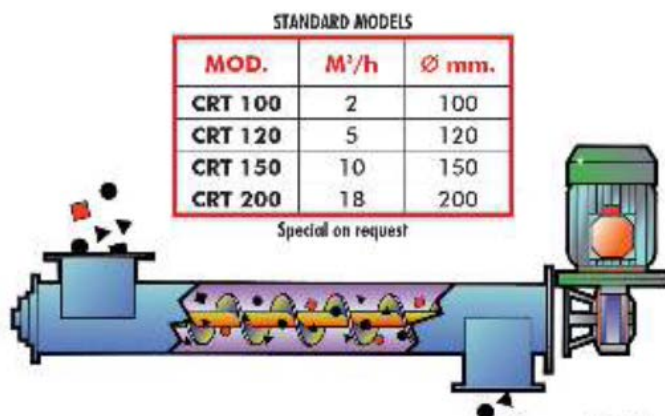
$$\text{Volum serradures al mesclador} = 0,001651 \text{ m}^3 \cdot 4 \text{ briquetes} = \mathbf{0,0066 \text{ m}^3}$$

Si un cicle té una duració de 9 segons, aquest transportador haurà de fer arribar $0,066 \text{ m}^3$ de serradures cada 9 segons, per tant:

$$\begin{aligned} \text{Cada 9 segons} &\rightarrow 0,0066 \text{ m}^3 \\ \text{Cada 3600 segons} &\rightarrow ? \end{aligned}$$

$$\text{Quantitat a transportar} = \frac{3600 \text{ s} \cdot 0,0066 \text{ m}^3}{9 \text{ s}} = \mathbf{2,64 \text{ m}^3 \text{ cada hora}}$$

Si es mira la normalització dels elements es troba que hi ha:



En el cas d'estudi s'està entre el CRT100 i el CRT120, com que si s'agafa el 120 al final es té un excés de serradures al mesclador, es prefereix agafar el **CRT100** que transporta $2 \text{ m}^3/\text{h}$ i tot i així al mesclador hi hauria sempre material per fer 3 briquetes i com el transport és continu mai es quedarà sense.

Imatge 45. Dades del transportador sense fi.

Font: Cavicchi

7.8. CÀLCULS JUSTIFICATIUS DEL DISSENY

Una vegada fets els càlculs per a les aplicacions dels elements normalitzats és l'hora d'estudiar el sistema amb elements finits i veure si les peces no normalitzades estan ben dimensionades i així justificar tant la seva geometria com el seu material.

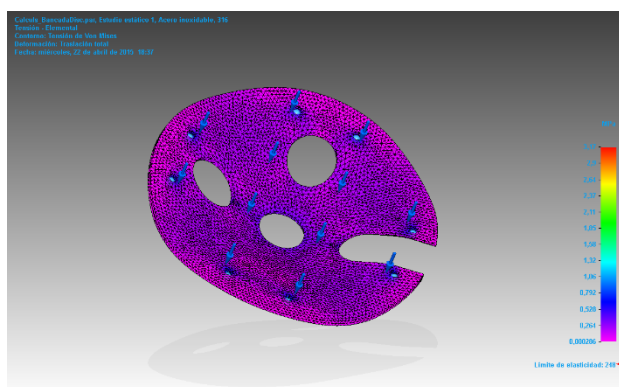
En el cas d'aquesta màquina, el material no s'ha pogut escollir tenint en compte pesos, preus o dimensions ja que hi havia un condicionant principal: tot el sistema està en contacte amb l'aigua contínuament. Per aquest motiu el material escollit ha hagut de ser resistent a la oxidació i que a més aguantés tots els pesos i esforços que se li aplicaran. Es tracta d'un acer inoxidable, concretament l'AISI316, que és un material amb una alta resistència a la oxidació i que a més té molt bones propietats mecàniques.

A continuació es passa a justificar la geometria de les peces més crítiques:

- Disc bancada

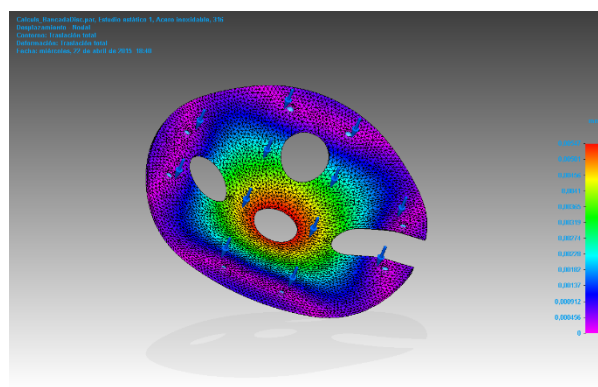
El primer element que s'ha volgut estudiar ha estat el disc que fa de bancada de tot l'element giratori, és a dir, el disc fix que es troba situat sota el disc rotatiu.

En aquest disc és on recauen tots els esforços en un primer moment. Per veure si està ben dimensionat s'ha comprovat la tensió de von misses aplicant totes les forces que ha de suportar i s'ha comparat aquesta tensió amb el límit elàstic del material. Un altre càlcul que s'ha fet ha estat el de veure el màxim desplaçament que tindria el disc.



Imatge 47. Càlcul tensió Von Mises Disc

Font: SE, Pròpia



Imatge 46. Càlcul desplaçament màxim Disc

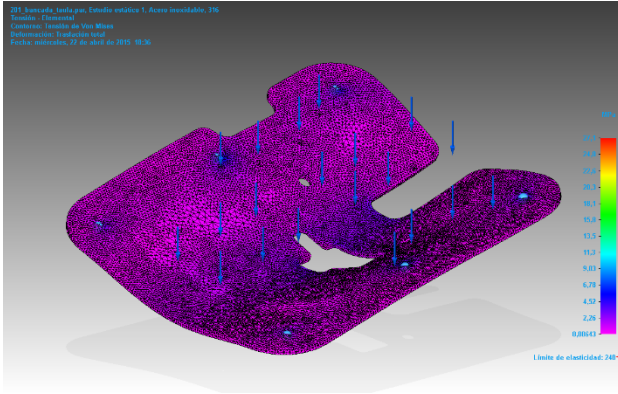
Font: SE, Pròpia

Com es pot veure, la tensió de Von Mises del disc no supera el límit elàstic del material així que es pot dir que no patirà cap esforç crític. La diferència entre la tensió resultat i el límit elàstic és molt elevada i això significa que el disc està sobredimensionat. Aquest sobredimensionat no és negatiu ja que serà el que evitarà les vibracions i els sorolls quan la màquina estigui en funcionament. A més, en aquest cas no es podria reduir material ja que dins aquest disc van incorporades les boles giratòries que obliguen a tenir aquestes mesures.

Respecte a la deformació que patirà el disc quan s'hi apliquin els esforços, es pot dir que és insignificant i que el sistema ja està dissenyat per a suportar aquestes petites deformacions.

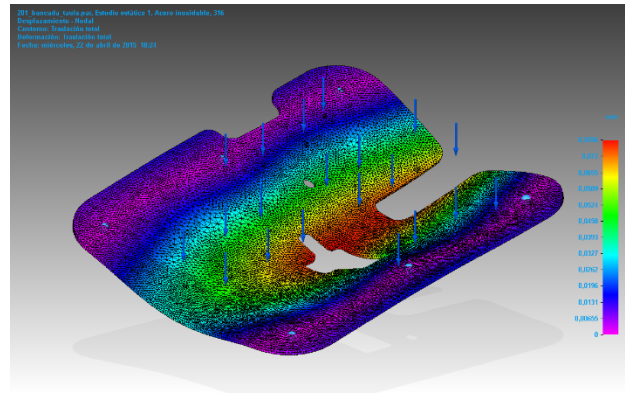
- Taula Bancada

Una altra de les peces crítiques que s'ha volgut estudiar ha estat la taula que fa de bancada de tota la màquina i que a part d'aguantar el pes del plat divisor amb tots els esforços que aquest comporta també suporta totes les potes que aguanten el disc abans estudiat.



Imatge 49. Càlcul tensió Von Mises Taula

Font: SE, Pròpia



Imatge 48. Càlcul desplaçament màxim Taula

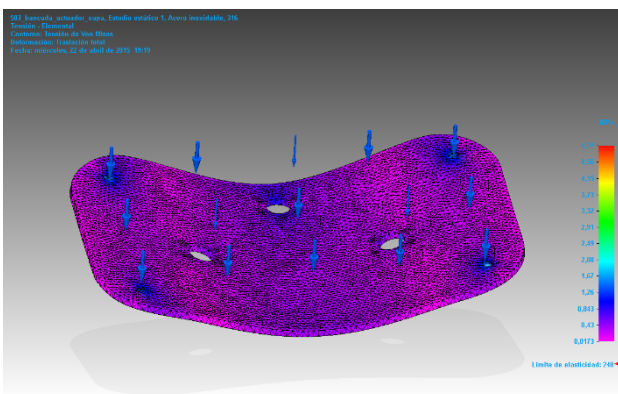
Font: SE, Pròpia

Com passava en l'altre peça, aquesta també està sobredimensionada la qual cosa dóna més seguretat en saber que no hi haurà problemes futurs. En aquest cas, una opció seria la de reduir el gruix de la taula i així també baixar els costos però després s'hauria de fer altres inversions per a solucionar els problemes de vibracions i sorolls abans esmentats.

Respecte a la deformació es pot veure que el lloc per on més patirà és on hi ha menys material i unes forces més elevades. Tot i així aquesta deformació no provoca cap problema a la màquina.

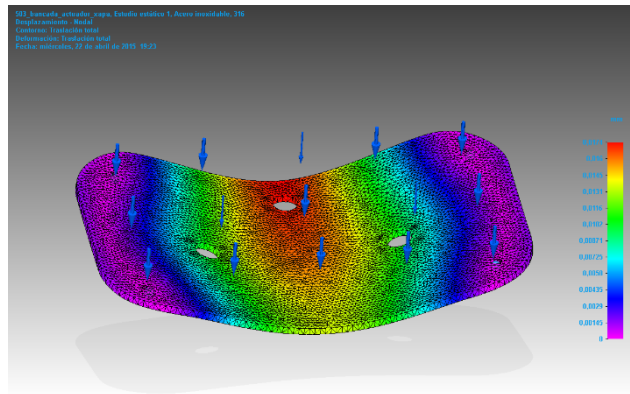
- Actuadors Bancada

La placa que fa de bancada dels tres actuadors lineals també s'ha volgut estudiar, tot i que veient els resultats anteriors, es pot determinar que aquesta tampoc ens donarà cap problema ja que suporta menys esforços.



Imatge 50. Càlcul tensió de Von Mises Placa Actuadors

Font: SE, Pròpia



Imatge 51. Càlcul desplaçament màxim Placa Actuadors

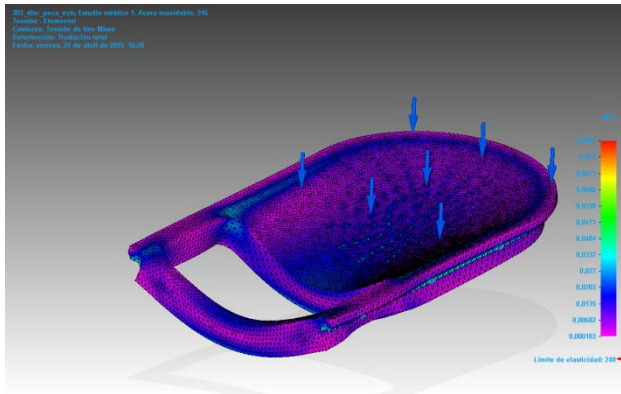
Font: SE, Pròpia

- Peça extraïble

Una altra peça de la que s'ha volgut comprovar la seva geometria ha estat de la peça extraïble que se situa dins el disc bancada i que és on realment recauen les forces que aplica la premsa, ja que és la peça per on es drena l'aigua de la briqueta premsada.

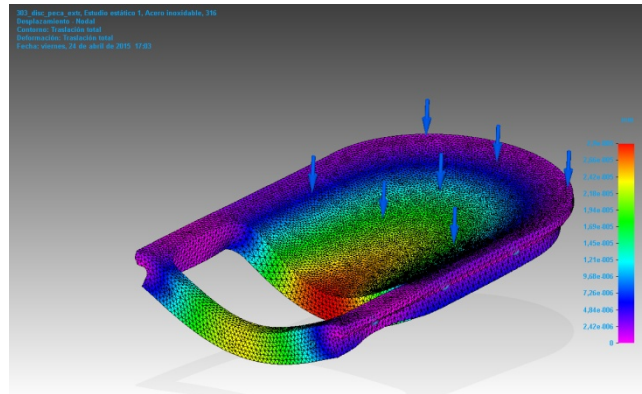
Com que la peça és bastant més petita que les estudiades anteriorment i també consta de diferents parts sense material, s'ha volgut veure com es comportarà quan estigui patint la força màxima.

A continuació es mostren els resultats:



Imatge 52. Càlcul tensió de Von Mises Peça Extraïble

Font: SE, Pròpia



Imatge 53. Càlcul desplaçament màxim Peça Extraïble

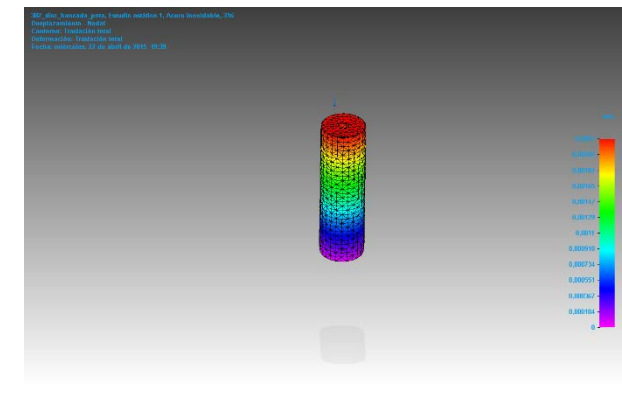
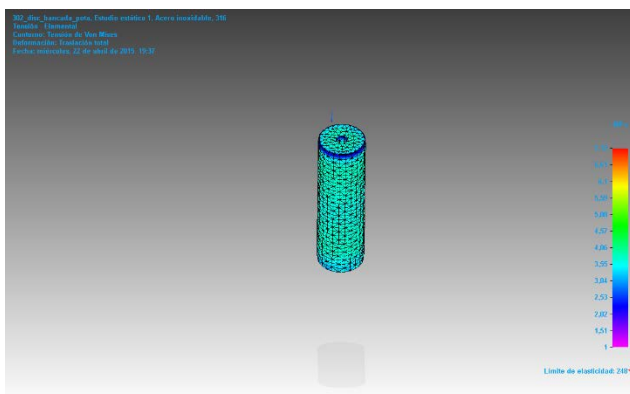
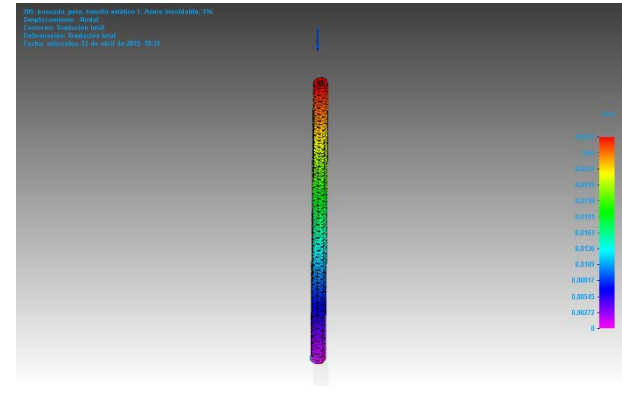
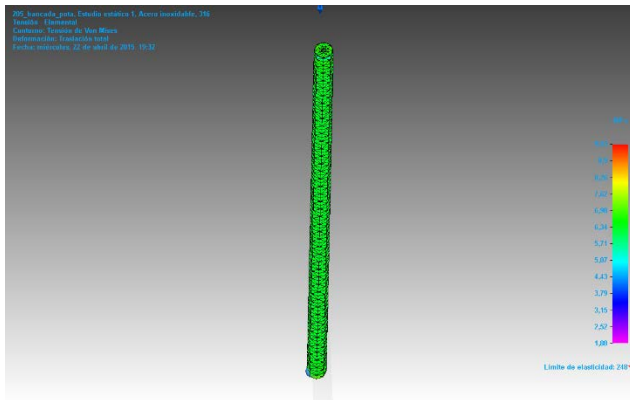
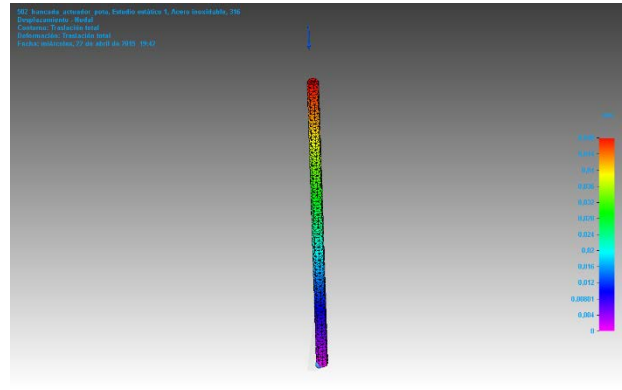
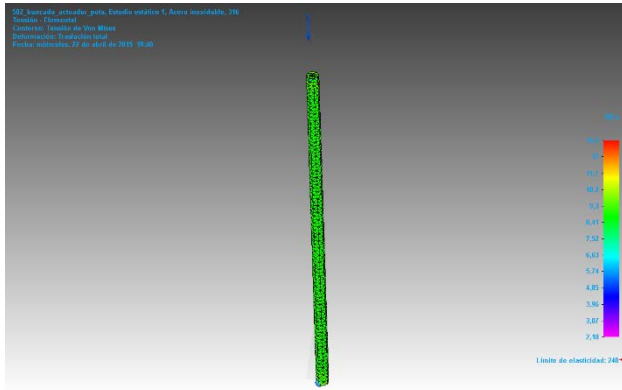
Font: SE, Pròpia

Com es pot comprovar en les imatges mostrades, tot i que la peça té unes dimensions més petites que les anteriors estudiades, tampoc corre cap perill de que el material cedeixi.

Es pot concloure que totes les peces pròpies han estat ben dissenyades amb sobredimensionament en quant a tensions però perfectes en quant a sorolls o vibracions.

- Potes

Finalment, s'han volgut estudiar totes les potes que hi ha en la màquina per veure si alguna patia més del compte. Gràcies al bon dimensionat (o sobredimensionat) de tot el sistema, les potes tampoc han estat un problema en tema de càlculs. A continuació podem observar els seus resultats:



Imatge 54. Càlculs tensió Von Mises i desplaçament maxims: Potes

Font: SE, Pròpia

Una vegada es comprova que la màquina està ben dimensionada i que assegura que no donarà posteriors problemes, ja es pot donar un pas endavant per a comercialitzar-la. A continuació s'exposen tots els plecs de condicions referents a aquesta màquina citant les normatives utilitzades, el manteniment d'aquesta, la garantia, els requisits mediambientals, etc.

8. PLEC DE CONDICIONS

El plec de condicions, és el document que indica les disposicions legals de caràcter general del projecte, així com les condicions tècniques dels materials que inclou la màquina.

En els apartats detallats a continuació s'exposen els diferents condicionants tant legals; les responsabilitats de totes les parts i les seves obligacions així com la propietat, el fabricant, els proveïdors i tots els participants del projecte. A més també s'estableixen els termes legals davant qualsevol discussió, dubte o requeriment en tots els aspectes abans comentats.

També s'exposen les característiques que són d'estricta compliment per l'acceptació de tots els materials que integren la màquina en termes generals. Sempre, tenint present que en l'últim terme les llistes de materials de cadascun dels conjunts, i en particular cadascun dels plànols, són els contractes legals per a cada una de les peces, establint el material, el tractament, el recobriments i tots els condicionants finals d'acceptació de la peça per a donar-li funcionalitat i els requeriments específics.

8.1. NORMATIVA CE.

L'any 1989 la unió europea va aprovar un document per aconseguir una unificació de criteris en tots els estats a l'hora del disseny, fabricació, instal·lació i manteniment de màquines. Aquest document s'anomena "Directiva de Màquines".

Amb l'elaboració d'aquesta directiva el que es pretén és assegurar la seguretat i la salut dels treballadors que puguin estar sotmesos a riscos derivats de la utilització de les màquines. Tot i això, aquest document s'ha de completar finalment en els diferents casos d'utilització amb les disposicions legals específiques sobre prevenció de riscos laborals que puguin afectar als treballadors durant el seu treball.

Durant els anys, aquesta directiva ha anat variant en diverses ocasions, des de la primera "Directiva de Màquines (89/392/CEE) passant per les Directives (91/368/CC, 93/4/CEE, 93/68/CE, 98/37/CE i 98/79/CE). L'última directiva (2006/42/CE) està aplicada des del 29 de Desembre de 2009 tot i que hi ha una última modificació (2009/127/CE) però que només modifica els documents en màquines plaguicides. (Els enllaços d'aquestes normatives es poden veure al Annex D de Normatives Aplicades)

Les directives europees són recomanacions dirigides als estats els quals pertanyen a la CE i aquests tenen un temps determinat per a incorporar-les a les seves pròpies legislacions. Llavors, es transforma en un document d'obligat compliment.

Aquestes directives tenen com a fi que qualsevol maquinaria nova comercialitzada a Europa tinguin el logotip CE en elles. Aquest logotip implica diferents aspectes tals com:

- Assegurar que compleix els requisits essencials de seguretat descrits en la directiva.
- La garantia de que la màquina pot tenir una lliure circulació dins el mercat interior de la unió europea.
- Que els estats membres no podran prohibir, restringir ni impedir la posada al mercat i la instal·lació en el seu territori de totes aquelles màquines que compleixin amb els requisits marcats per la directiva.

Espanya ha incorporat la directiva (2006/42/CE) i totes les seves modificacions al ordenament jurídic nacional mitjançant el Reial Decret 1644/2008 (BOE núm. 406. 11/10/2008).

8.2. CONDICIONANTS LEGALS

El dissenyador/fabricant declara sota la seva responsabilitat que, la màquina a la que s'ha fet referència durant tots els apartats anteriors està destinada a ser incorporada en un conjunt de maquinaria i no es pot posar en funcionament fins que el conjunt hagi estat declarat en conformitat amb les directives abans descrites les qual la màquina compleix com també compleix les directives europees de baixa tensió (73/23/CEE i 2006/95/CE).

8.3. CARACTERÍSTIQUES DE LA MÀQUINA

- Descripció de la màquina

El conjunt que forma la màquina està compost de:

- ✓ Estructura base (bancada). La qual formarà una unitat completa de màquina.
- ✓ Taula rotativa 4 estacions amb 4 motlles iguals en la seva part superior.
- ✓ Taula fixa en la part inferior de la rotativa amb diferents mecanitzats per a cada estació.
- ✓ Utilitatges per a la càrrega del material, per a la premsa, per a la descàrrega i per a la neteja (completant així les 4 etapes de la taula rotativa).
- ✓ Utilitatges externs per a la mescla, el transport i l'assecat del producte.
- ✓ Tancament de seguretat envoltant tots els utilitatges amb una porta de seguretat també que faci una aturada d'emergència global quan algú la obri.
- ✓ Un armari elèctric que segueix la norma escrita en l'apartat 8.5
- ✓ Unitat de control, on s'integraran tots els comandaments per al bon funcionament del conjunt amb botoneres manuals per una millor seguretat i control.

- Definició de les operacions

- ✓ L'usuari, de forma segura ja que quan està a l'interior del tancat es tanquen tots els circuits elèctrics, amb l'ajuda d'un carretó motoritzat col·loca un "Bigbag" de serradures en la seva posició de forma fàcil i intuïtiva.
- ✓ Aquestes serradures es van dosificant contínuament en un utilitatge extern on també s'hi va afegint aigua.
- ✓ Es mesclen les dues matèries primeres.
- ✓ Es transporta aquesta mescla fins el dosificador
- ✓ Es dosifica la mescla en el motlle de la primera estació (càrrega) amb la quantitat i el temps definits en les característiques del dosificador. Una vegada ha passat el temps definit, la taula fa una rotació de 90°.
- ✓ Una vegada acabat el gir, torna a començar l'estació de càrrega del motlle. En la segona estació s'activa l'útil de premsa, en la tercera el de descàrrega del producte i finalment en la quarta es neteja el motlle.
- ✓ La peça que surt de l'estació 3 passa per una cinta transportadora fins arribar a un forn que asseca aquesta peça fins a la humitat desitjada.
- ✓ Una vegada la briqueta està acabada surt de la zona tancada per a que un usuari pugui agafar-la de forma segura ja que no toca cap element perillós i la briqueta ja s'ha refredat.

Si la porta de seguretat s'obre en qualsevol moment en que la màquina està en funcionament, hi ha una aturada d'emergència en totes les estacions incloent els aparells externs.

Tots els utilitatges s'han dissenyat tenint en compte que hi ha forces aplicades (sobretot a l'estació de premsa).

Tot el material elèctric és estàndard normalitzat i anirà amb referències de fabricació actuals. La instal·lació s'entregarà certificada i amb el marcatge de CE.

Els útils no comercials es fabricaran complint la normativa de seguretat (ergonomia, visualització, fums...). En cas de que sigui necessari per a les tasques de manteniment de la màquina o per a treballar en el seu interior, els equips de protecció individual estaran senyalitzats de forma visible a l'exterior i reflectits en la documentació de la màquina.

- **Nivells de producció i capacitat**

El conjunt serà capaç de fabricar 8 hores al dia 220 dies al any, sempre i quan es realitzi el manteniment preventiu marcat pel proveïdor, exceptuant deteriorament o desgast de peces.

- **Lloc de treball**

El lloc de treball serà segur per l'operari, entenent per seguretat, l'ergonomia, seguretat tècnica i ambiental. Es dissenyarà de forma que el operari no estigui exposat a riscos innecessaris i s'evitaran tots els riscos possibles tenint en compte la tècnica actual.

Tot els riscos que pugui haver i siguin impossibles d'eliminar aniran senyalitzats i s'identificaran els equips de protecció individual en cas de que s'hagin d'utilitzar per operar en la màquina (tant en producció com en manteniment).

Totes les seguretats implantades en la instal·lació, seran normalitzades i s'inclouran de forma clara en la documentació de la màquina.

- **Normes de construcció**

El proveïdor haurà d'assegurar que els elements comercials utilitzats no es descatalogaran o es deixaran de fabricar durant els anys següents a l'entrega del conjunt de la maquinaria, excepte si aquests són substituïts per altres elements equivalents i que no requereixen d'una modificació important de la màquina.

Si per algun cas, s'entrega la màquina amb elements descatalogats i això es detecta durant el període de garantia, aquests seran substituïts pel proveïdor de la màquina amb elements actualitzats sense cap cost per al client.

8.4. MANTENIMENT

- ✓ S'haurà de tenir previst i programat un manteniment tant per als elements comercials (indicat en cada manual) com per els de la pròpia màquina.
- ✓ Els elements de protecció seran de desmuntatge ràpid.
- ✓ Endolls en la part interior i inferior de la instal·lació per als elements elèctrics.
- ✓ Els elements de la màquina hauran de poder ser reparats fora del conjunt.
- ✓ Consignes de seguretat
- ✓ Nomenclatura dels components (específics i comercials) i fitxes de components comercials i plànols de components específics.
- ✓ Plànols de la màquina amb les seves característiques.
- ✓ Nomenclatura, plànols i proveïdors dels elements comercials de desgast.
- ✓ Garantia de conformitat
- ✓ Fitxa de manteniment preventiu amb indicador de freqüències.
- ✓ S'haurà de tenir previst un manual de muntatge i desmuntatge de peces sensibles.
- ✓ Assenyalar els productes que puguin intervenir en el conjunt (lubricants, aigües,...).

8.5. ARMARIS ELÈCTRICS

- ✓ Tindrà com a mínim un 15% de la seva capacitat lliure i s'instal·larà de manera integrada al conjunt de la màquina.
- ✓ Disposarà de les proteccions necessàries per al operari i la màquina. S'instal·larà, en cas necessari, aire condicionat amb un termòstat.
- ✓ Disposarà d'un limitador de tensió amb derivació a terra.
- ✓ Els cables s'uniran al armari mitjançant connectors del tipus HARTING.
- ✓ Estaran numerats i identificats tots els cables amb etiquetes permanents i indelebles. Així com les mànegues, i es correspondrà degudament amb l'esquema en paper.
- ✓ Les caixes de connexions s'hauran de col·locar en llocs accessibles.
- ✓ L'armari i totes les caixes de derivació es senyalitzaran segons la normativa actual.
- ✓ Es col·locarà a l'exterior de l'armari una presa de corrent de 220v/20A protegida amb diferencial de 0,030A. per a eines manuals.
- ✓ Una presa interior per a equips informàtics i de control.
- ✓ La construcció de l'armari estarà realitzada segons la normativa actual.

Es tindrà en compte, en la seva construcció, la normativa vigent i es tindran com a referència les següents normes:

- ✓ UNE-EN 60439-1:2011: Conjunts de parament de baixa tensió
- ✓ UNE-EN 60073:2005: Principis bàsics i de seguretat per a interfases home-màquina, el marcatge i la identificació.
- ✓ UNE-EN 60204-1:2007: Seguretat en les màquines. Equip elèctric en les màquines. Part 1: Requisits generals.
- ✓ UNE-EN 61000-6-4:2007: Compatibilitat electromagnètica (CEM). Part 6-4: Normes genèriques. Norma de emissió en espais industrials (IEC 61000-6-4_2006).
- ✓ EN 60447:2004: Interfase home-màquina: Principis de maniobra.

8.6. UTILLATGES

Es construïran tots els utillatges amb materials resistents a la corrosió, al desgast i a la brutícia, essent necessària la protecció de canonades i cablejat a més de tots els elements de canvi elèctrics (detectors, cables...). S'han de poder desmuntar de manera ràpida i simple i s'ha de garantir al màxim el seu bon estat una vegada desmuntats.

La repetitivitat de la posició de certs components ha d'estar garantida amb el fi d'assegurar una posició constant dels elements soldats.

El proveïdor assegurarà que els conjunts fabricats compleixen les especificacions del plànol i tenen una repetitivitat dimensional. En tot cas, les especificacions de les referències en l'acotació ISO dels plànols hauran de veure's reflectides en els útils per assegurar que el sistema de referència d'aquest correspon al definit en el plànol de cada component i subconjunt.

8.7. REQUISITS MEDIAMBIENTALS

- **Aplicables als proveïdors de materials directes**

Enviament d'una Declaració Documentada de que els productes subministrats no contenen: plom, mercuri, cadmi ni crom hexavalent. Els materials comercials han de portar documentat com han de ser reciclats una vegada ha finalitzat la seva vida útil de funcionament. Serà el propietari final de la màquina el responsable de que aquest reciclatge es porti a terme.

- **Aplicables als proveïdors de materials indirectes**

Enviament de Fitxes de Seguretat i Fitxes Tècniques dels productes subministrats. Serà el propietari final de la màquina el responsable de que es dugui a terme el reciclatge dels materials que s'hagin de llençar.

- **Refrigerants de màquines**

En compliment del Reglament núm. 1005/2009, relatiu a les substàncies que esgoten la capa d'ozó. Conforme amb aquesta legislació, els punts a tenir en compte a l'hora de l'elecció del refrigerant de les màquines és que totes les substàncies contingudes han de tenir un temps limitat pel que es convenient que s'utilitzin altres refrigerants no inclosos en l'Annex I d'aquest Reglament.

- **Sistemes de retenció de fluids**

Tots aquells sistemes, que necessitin oli o aigua per al seu funcionament, disposaran d'una cubeta de retenció de capacitat suficient i accessible per a la seva neteja, per retenir les possibles fugues que puguin existir i així evitar que aquests líquids arribin al terra.

8.8. SEGURETAT DE LA MÀQUINA

Després de la instal·lació de la màquina en la fàbrica i abans de la utilització per part del client, s'ha de verificar en presència del proveïdor, les condicions de seguretat corresponents:

- ✓ Límit acústic que no ha de sobrepassar:
En el lloc de treball i en tots els punts situats a 1m del equip:
 - L_{pAeqt} : 70 db (A) → Nivell de pressió acústica temporal equivalent ponderada
 - L_{pc} : 110 db (C) → Nivell de pressió acústica de emissió en cresta ponderada.

En la recepció de la màquina es realitzarà un test per a verificar la seguretat de la màquina segons les indicacions reflectides en el RD 1644/2008:

- ✓ La màquina haurà d'estar construïda i identificada segons la normativa actual i haurà de contenir informació clara i precisa del seu funcionament, així com dels equips de protecció individual, que en cas necessari, els operaris hagin d'utilitzar per la seva seguretat.
- ✓ Quan els perills per una màquina o un component de seguretat quedin coberts en la seva totalitat o en part, per disposicions dictades en l'aplicació de directives comunitàries específiques, el Real Decret no s'aplicarà o es deixarà d'aplicar per aquestes màquines o components i haurà de quedar reflectit en la documentació de la màquina.
- ✓ Quan una comunitat autònoma comprovi que s'ha col·locat inapropiadament el marcatge "CE", recaurà sobre el fabricant o el seu representant legal establert en la comunitat Europea la obligació de restablir la conformitat del producte en el que a disposicions es refereix sobre el marcatge "CE" i de posar fi a aquesta infracció en les condicions que s'estableixin en la legislació

vigent.

- ✓ En cas de que la màquina conti amb varis equips intercanviables, i de fabricació estàndard, aquests hauran d'estar d'igual forma identificats amb el marcatge CE, i s'adjuntarà a la documentació la declaració de conformitat de cada equip.
- ✓ Quan els operaris de producció o manteniment hagin de manipular càrregues de forma manual degut a les característiques de la màquina, com en operacions de neteja, de càrrega de material, de desmuntatge..., es proveirà dites zones de la màquina de sistemes de subjecció per a realitzar la mobilitat de forma segura.
- ✓ El proveïdor explicarà, en la seva documentació, els elements de seguretat previstos i els riscos que elimina o minimitza amb aquests elements.
- ✓ La part interna de la màquina serà completament inaccessible en funcionament.
- ✓ La màquina disposarà d'una alarma sonora i visual.

En funció de la seva naturalesa, la màquina també haurà de portar totes les indicacions que siguin indispensables per a un treball segur. Quan un element de la màquina hagi de ser manipulat durant la seva utilització mitjançant dispositius d'elevació, la seva massa haurà d'estar inscrita de forma llegible, duradora i no ambigua.

8.9. ERGONOMIA I SEGURETAT

Es dissenyarà el lloc de treball de manera que compleixi amb la normativa vigent en quan a la seguretat de la màquina i la seva ergonomia.

- ✓ UNE-EN 614-1:2006+A1:2009: Seguretat de les màquines. Principis de disseny ergonòmic. Part 1: Terminologia i principis generals.
- ✓ UNE 81-425-91: Principis ergonòmics a considerar en el projecte dels sistemes de treball.

Així com tota la normativa aplicable a aquest tipus d'instal·lacions.

8.10. ACABAT I IDENTIFICACIÓ DE LA MÀQUINA

Placa identificativa de l'útil, reblada o cargolada al bastidor o placa base en un lloc visible i en una zona preferentment protegida de projeccions, greix i/o brutícia.

La placa haurà d'incloure:

- ✓ Nom, CIF, direcció i telèfon del fabricant.
- ✓ Potència de consum de la màquina.
- ✓ Núm. de referència de l'útil, màquina o mitjà productiu.
- ✓ Data de fabricació
- ✓ Propietari de la màquina

8.11. CONDICIONS D'ENTREGA

- Documentació i plànols

Els elements que hauran d'acompanyar a la màquina en la seva entrega són els següents:

- ✓ Un joc de plànols de conjunt, amb les vistes i seccions necessàries per a una correcta interpretació. Amb les marques de cadascun dels components.
- ✓ Un joc de plànols d'especejament d'aquells components considerats prèviament un acord amb el tècnic de mètodes com de desgast o de risc, tots ells convenientment acotats i referenciats als seus respectius conjunts.
- ✓ Llistat de referències dels elements comercials utilitzats, havent de figurar com a mínim la marca de l'element, la referència comercial, el nom del fabricant i la quantitat.
- ✓ Esquemes pneumàtics, elèctrics i hidràulics, si els hagués. Mínim una copia en format paper i la seva entrega en suport informàtic.
- ✓ Disc de programa autòmat.
- ✓ Certificat de conformitat CE en virtut al establert per la legislació vigent.
- ✓ Manual de funcionament de la màquina segons la normativa vigent. On s'indiquin les instruccions bàsiques necessàries per al normal maneig, explotació i manipulació d'aquesta.
- ✓ Pla de manteniment preventiu, indicant les operacions a fer, la freqüència d'aquestes i els mitjans a utilitzar (tant humans com materials).
- ✓ Instruccions de manipulació i desmuntatge de la màquina. Precaucions a tenir en compte i consignes per a la seva cura i conservació

- Previsió del manteniment preventiu

En la documentació de la màquina apareixerà un apartat amb les necessitats de manteniment preventiu de nivell 1 a realitzar per l'operari i de nivell 2 a realitzar per tècnics de manteniment. Haurà un resum de totes les operacions amb la freqüència, temps estimat, etc.

8.12. GARANTIA

- **Garantia global**

La màquina es construirà amb materials i productes comercials en la mesura del possible. En cas contrari, serà necessari observar el següent:

- ✓ El proveïdor assegura l'existència de recanvis específics durant la vida útil de la màquina. En cas de no garantir-ho, el proveïdor entregarà tota la documentació necessària per a la fabricació dels mateixos junt amb la documentació de la màquina.

Les peces comprades, tindran la mateixa garantia que la oferida per els fabricants d'aquests components. Si es registren defectes de concepció i construcció dins el període de garantia, el proveïdor assumeix la responsabilitat de redissenyar o refer-les sense cap càrrec. Si aquestes modificacions afecten a la producció, el proveïdor haurà d'ajustar-se als horaris de fabricació establerts pel client i realitzar les modificacions quan convingui.

Les modificacions proposades no podran ser instal·lades en la màquina excepte en les següents condicions:

- ✓ Acceptació per part del representant del client de la fitxa de modificació després del control per part d'experts designats per ell.
- ✓ Compromís del proveïdor de prolongar en 6 mesos la garantia del element.

Si, com a conseqüència de la intervenció, les prestacions aconseguides no són les previstes, el proveïdor acceptarà la seva responsabilitat en el perjudici ocasionats per ell al client.

Si durant el període de garantia, un element de la instal·lació ha de ser canviat d'urgència perquè posa en risc la producció i si el proveïdor (ja advertit) no pogués intervenir en un temps compatible amb els imperatius de producció, llavors el personal del client intervé en la instal·lació, en lloc del proveïdor. En aquest cas, els costos de intervenció són facturats pel client al proveïdor basant-se en la taxa horària i es recuperaran pel servei de compres.

L'assistència tècnica després de l'acceptació per part del client de la màquina no està inclosa excepte si es diu el contrari.

El proveïdor, es compromet a posar a disposició del client un dispositiu d'assistència tècnica a un cost horari definit en la seva oferta. La duració serà a definir amb un mínim de 6 mesos.

El personal d'assistència tècnica és suficientment qualificat, domina la instal·lació i ha participat en la seva posada a punt.

Sobre aquestes bases, l'assistència tècnica podria ser objecte d'un contracte independent entre el client i el proveïdor.

El fi de la garantia esta subjecte a les següent condicions:

- ✓ Arribada al final de la garantia contractual realitzada
- ✓ Compromís escrit del proveïdor en el cas en el que el període de garantia s'hagi de prolongar per certs òrgans o elements de la instal·lació.
Base de càlcul de la garantia; 1 any, 3 torns i 8 hores. (220 dies laborables).

- **Garantia específica dels element comercials**

Serà la donada per el proveïdor o fabricant. Mai inferior a 2 anys des de la recepció de l'element o màquina. En el cas de que es constati una degradació dels elements comercials de la màquina degut al seu càlcul deficient, al llarg del període de garantia, el proveïdor aporta per la seva conta les modificacions necessàries consensuades amb el representant del client sense danyar el programa de fabricació.

9. PRESSUPOST

Una vegada finalitzat el disseny de la màquina, amb tots els seus elements fins a l'últim detall, es pot dissenyar el pressupost teòric del que costaria la fabricació d'aquest sistema de creació de briquetes.

A continuació es mostren dues taules de preus, una va referida als preus de tots els elements comercials utilitzats que han estat facilitats per les empreses i l'altra, detalla els preus dels materials a utilitzar en les peces no normalitzades i els costos de fabricació i producció d'aquestes.

Costos materials normalitzats					
Element	Referència	Fabricant	Quantitat	€/ unitat	Preu total
BigBag	AV	BIG-BAG	2	6,00 €	12,00 €
Cinta transportadora	L4545-52R	CAMPRODÓN	1	1.082,95 €	1.082,95 €
Descarregador	BBV	CAVICCHI	1	220,00 €	220,00 €
Sense fi transportador	Auger Feeding S	CAVICCHI	1	425,00 €	425,00 €
Mesclador - Dosificador	DV01	CAVICCHI	1	2.343,00 €	2.343,00 €
Dipòsit	120 - ST DECKEL	DEPOSITOSNET	1	39,00 €	39,00 €
Expulsors	AH 6x125	DMEEU	40	0,35 €	14,00 €
Filtre (Pack)	ABP	EATON	1	21,90 €	21,90 €
Anclatges (Pletina)	GN 165	ELESA+GANTER	6	4,00 €	24,00 €
Nansa	GN 565.5	ELESA+GANTER	3	8,80 €	26,40 €
Cargols	Vàris	ESSENTA	50	0,11 €	5,50 €
Plat Divisor (complet)	PGI 220	GOIZPER	1	2.150,00 €	2.150,00 €
Armari metàl·lic	CMO 148/30 PM	HIMEL	1	540,30 €	540,30 €
Molles	Danly	INMACISA	6	1,50 €	9,00 €
Il·luminació	91.366	KAISER KRAFT	1	156,30 €	156,30 €
Embocadura de neteja	Dunos S	KIESELMANN	1	184,30 €	184,30 €
Bomba aigua	Ama-Drainer 301	KSB	1	320,60 €	320,60 €
Actuador lineal	M605	NIASA	3	1.697,00 €	5.091,00 €
Suport de basculació	Serie SB	NIASA	6	4,00 €	24,00 €
Fixació actuador	Serie BP	NIASA	3	6,00 €	18,00 €
Sensors	FCI	NIASA	6	52,00 €	312,00 €
Estació de comandaments	CP 6315.200	RITTAL	1	89,90 €	89,90 €
Forn	Stand Alone Dryer	STOELTING	1	2.149,00 €	2.149,00 €
Racords	3901 10 13	LEGRIS	6	2,86 €	17,16 €
Tubs varis (25m)	1100P10 03	LEGRIS	3	24,96 €	74,88 €
Tanca panell (2200 x 2050 x 150)	ST30	TROAX	1	3.689,29 €	3.689,29 €
Tanca potes	SmartFix	TROAX	11		
Tanca porta seguretat	SmartFix	TROAX	1		
Tanca: Sistema tancament	Safe Lock PLD	TROAX	1		
Subtotal					19.039 €
Imprevistos 4%					762 €
TOTAL					19.801 €

Taula 4. Costos materials normalitzats

Costos enginyeria i peces de fabricació			
Component	Quantitat	Preu unitari	Preu total
Peces fabricació [kg] - [€/Kg]			
AISI 316 (Plaques)	200	1,2 €	240,0 €
AISI 316 (Peces)	20	0,9 €	17,0 €
AISI 316 (Perfils)	120	1,2 €	144,0 €
Hores enginyeria [h] - [€/h]			
Hores enginyeria	290	30,0 €	8.700,0 €
Hores mecanització	260	25,0 €	6.500,0 €
Hores muntatge	170	25,0 €	4.250,0 €
Hores posada a punt	40	25,0 €	1.000,0 €
Acabats			
Tractaments tèrmics	1	150,0 €	150,0 €
Pintat	1	150,0 €	150,0 €
Subtotal			21.151,0 €
Imprevistos 4%			846,0 €
Total			21.997,0 €

Taula 5. Costos enginyeria i peces de fabricació

Com es pot comprovar, a cadascuna de les taules se li ha afegit un 4% del preu total per si sorgeixen certs imprevistos ja que normalment, en aquests tipus de produccions, poden passar coses que augmentin el cost total.

Finalment, sumant els costos dels elements normalitzats amb els d'enginyeria i peces de fabricació, s'obté que el preu total de la màquina és de:

$$\text{Cost total} = 19.801 + 21.997 = \mathbf{41.798\text{€}}$$

10. CONCLUSIONS I FUTUR

L'objectiu d'aquest treball s'ha completat amb èxit ja que s'han complert les missions que hi havia per a les dues parts. En la primera part, després de totes les investigacions, experiments, dissenys i construccions, s'ha arribat a fabricar una màquina la qual estan fent servir actualment els treballadors de l'empresa d'Indonèsia i els està fent estalviar diners a la vegada que estan solucionant un problema d'emmagatzematge. Així doncs, es pot dir que s'ha aconseguit optimitzar els recursos de la fàbrica exitosament.

En la Imatge 54 que es mostra a continuació, es poden veure dues imatges enviades recentment pel gerent de l'empresa d'Indonèsia, on es pot comprovar com la premsa de fer briquetes està sent utilitzada.



Imatge 55. Imatges utilitzant la premsa manual

Font: David Otazen

En la segona part del treball, també s'ha arribat a l'objectiu proposat el qual consistia en aconseguir dissenyar una màquina que fes el mateix que la realitzada a Indonèsia però totalment automatitzada, seguint les normatives europees i que fos completament funcional.

A més, s'ha aconseguit realitzar aquesta part simulant un projecte real i s'han utilitzat tant elements comercials com propis i s'han tingut en compte aspectes com les reparacions, els manteniments, les garanties, etc.

Per tot això, podem dir que estem satisfetes per la feina realitzada i que, per a nosaltres, a part d'haver estat un treball que ens ajuda a finalitzar una etapa de la nostra vida, també ha estat un treball que ens ha permès tenir una experiència inoblidable a l'altra punta del món i a la vegada un aprenentatge de temes tècnics i industrials molt importants per a la vida de qualsevol enginyer.

En la primera part hem après com funciona la vida a una gran empresa, com es porten a terme els projectes i com t'has d'espavilar en un lloc on tenen unes costums totalment diferents, on no parlen la teva llengua i a més no et coneix ningú.

En la segona part hem après a compactar tot el que hem après durant aquests anys de carrera i hem vist que encara ens queda molt per aprendre, que fins que no estàs en contacte amb maquinària, peces, empreses, preus...no saps el complicat que pot arribar a ser la realització d'un projecte complet.

Tot i això, després d'haver finalitzat el treball, també creiem que, amb més temps i amb un altre enfocament, s'hagués pogut arribar a tenir un treball totalment acabat pensant amb tots i cadascun dels detalls per a poder portar-lo a fabricar d'immediat.

Com que aquest tema ens ha apassionat i hem vist que pot arribar a tenir futur a Europa, s'ha pensat que en futurs treballs es podria arribar a fer un restyling de la segona part d'aquest projecte i així millorar-lo per a convertir-lo en una idea amb visió de futur, més enllà d'un projecte universitari. Per això, donem algunes pautes els quals creiem que són els punts que es podrien millorar:

- Millorar parts de la màquina per poder eliminar l'estació de neteja.
- Estalvi de material en el disseny.
- Més econòmica.
- Més accessible per a treballadors.
- Dissenyar el procés de fabricació (Diagrames de Gantt).
- Millorar els circuits de l'aigua.
- Millora del procés.
- Càlcul del temps de fabricació i muntatge.
- Fer-la vendible: més estètica, amb pamflets, catàlegs, vídeos...

V. AGRAÏMENTS

La realització d'aquest projecte s'ha fet possible gràcies a molta gent de diferents parts del món que hi ha intervingut de manera desinteressada i ens ha ajudat, ens ha ensenyat i ens ha animat a tirar endavant amb això.

Per començar ens agradaria donar les gràcies a les nostres famílies (família Casademont Caveró i família Vendrell Ravetllat) per haver-nos recolzat en tot moment en les nostres aventures i per haver estat present sempre que se l'ha necessitat.

També hem de donar les gràcies infinites a la "nostra" altra família, el David, la Ida, l'Aran i el Jordi, la família que ens ha acollit a Indonèsia i que ens ha permès treballar en la seva empresa. Gràcies a ells hem après a conviure en un país totalment diferent i a saber espavilar-nos quan ho necessitem deixant-nos fer però advertint-nos a cada pas.

Continuant amb Indonèsia hem d'agrair a tots els empleats de la fàbrica en la que hem estat treballant (tant espanyols com indonesis), per la seva implicació en el nostre projecte, el seu interès i la seva ajuda constant. Volem donar una menció especial al Wahono (encarregat dels treballadors del metall), al Zulfa (treballador del departament tècnic) i al Victor (treballador del departament de muntatge) els quals ens han fet una mica més fàcil aquest camí.

A tots els nostres amics, companys, parelles...que han d'aguantar les hores i hores que no estem disponibles perquè estem treballant de valent "acabant el projecte".

També ens agradaria donar-li les gràcies al nostre tutor, Juan Jose Aliau, que ens ha estat ajudant tant quan érem a 15.000 km de distància com quan hem estat picant a la seva porta constantment.

VI. BIBLIOGRAFIA

i. ESTUDIS DE MERCAT

- www.otazen.com
Pàgina web de la empresa on s'ha desenvolupat el treball
- *Biomass. [en línia]*
Definició de biomassa. E-StarAlternativePlc.
Disponible a: www.e-star.com
- *Aprovechamiento potencial de los residuos de madera para la producción de energía [en línea].*
Depósito de documentos de la FAO, 2010.
Disponible a: www.fao.org
- *Energi: SumberDaya, Inovasi, TenagaListrik, PotensiEkonomi [Article]*
Indonèsia: Kadir, A., Universitat d'Indonèsia, 1995.
Títol en català: *Recursos, Innovació, Energia i Potencial econòmic*
- *Howwood pellets aremade [Grabació en vídeo].*
BelowthegradeEnergy, 2011.
Video on es mostra com estan fets els pellets de fusta de manera industrial.
Disponible a: www.youtube.com
- *Bioenergia. La alternativa energètica real [en línia].*
Resum seminari. Madrid, 2012
Disponible a: www.greatminds.es
- *Briquetas de biomasa caseras i microprensa de briquetas [en línia].*
Article on explica com crear briquetes de biomassa caseres. USA, 2012.
Disponible a: uncaminoalautosuficiencia.blogspot.com.es
- *¿Leña o briquetas de madera? ¿Cuál elegir para mi chimenea? [en línea]*
Article comparatiu entre les briquetes i la llenya. Madrid, 2011.
Disponible a: www.fuegoterapia.es
- *¿Cómo fabricar briquetas? [en línea]*
Article explicatiu de com crear briquetes de manera industrial. Madrid, 2014.
Disponible a: www.twenergy.com
- *Fabricación de briquetas para producir energía en países en vías de desarrollo [en línea].*
Article on s'explica com fabricar briquetes caseres per produir energia en països en desenvolupament. Madrid, 2011.
Disponible a: todoproductividad.blogspot.com

ii. TESTS I PROTOTIPS

- *Pembuatan briket arang dari limbah industri mebel kayu.*
Article de M. PaulinTawaluyan. Universitat Sam Ratulangi, Indonèsia, 2013.
Títol en català: *Briquetes de carbó de residus industrials.*
- *DIY Charcoalbriquettes [en línia]*
David Roberts, UK, 2011.
Disponible a: www.ehow.co.uk
- *How to makecharcoalfromsawdust [en línia]*
Jennifer Young, UK, 2013.
Disponible a: www.ehow.co.uk
- *Así se hace. Briquetas de carbón vegetal [grabació en video]*
Discovery Max, 2013.
Video on es mostra com es fan les briquetes de carbó de manera industrial.
Disponible a: www.youtube.com
- *Briquetas de biomasacaseras I. Composición, uso y vídeos demostrativos [en línia]*
Madrid, 2012.
Disponible a: www.bajatec.net
- *Briquetas de biomasacaseras II. La prensa [en línia]*
Madrid, 2012
Disponible a: www.bajatec.net
- *Briquetas de biomasacaseras III. Moldes de PVC. [en línia]*
Madrid, 2012
Disponible a: www.bajatec.net

iii. PECES I ELEMENTS NORMALITZATS

- *Direct Industry. El salón online de la industria [en línia].*
Varietat d'elements i accessoris per a maquinària.
Pàgina web: www.directindustry.es
- *CavicchiImpianti [en línia].*
Empresa proveïdora de diferents elements com:
Mesclador-dosificador, transportador sense fi i descarregador de Bigbags.
Pàgina web: www.cavicchiimpianti.com
- *NIASA [en línia]*
Empresa proveïdora dels actuadors lineals així com dels seus accessoris i sensors.
Pàgina web: www.niasa.es
- *RITTAL [en línia]*
Empresa proveïdora del panell de control.
Pàgina web: www.rittal.com
- *HIMEL [en línia]*
Empresa proveïdora dels armaris metàl·lics.
Pàgina web: www.himel.com
- *TROAX [en línia]*
Empresa proveïdora del tancament per a tot el sistema.
Pàgina web: www.troax.com
- *STOELTING [en línia]*
Empresa proveïdora del forn d'assecat de briquetes per aire.
Pàgina web: www.stoeltingcleaning.com
- *KIESELMANN [en línia]*
Empresa proveïdora de l'embocadura de neteja.
Pàgina web: www.kieselmann.com
- *LEGRIS [en línia]*
Empresa proveïdora de tots els tubs i racords del sistema.
Pàgina web: www.legris.com
- *KSB [en línia]*
Empresa proveïdora de la bomba submergible.
Pàgina web: www.ksb.com
- *KAISERKRAFT [en línia]*
Empresa proveïdora de la il·luminació de la zona.
Pàgina web: www.kaiserkraft.es

- *INMACISA [en línia]*
Empresa proveïdora de les molles que van a l'interior de la premsa.
Pàgina web: www.inmacisa.es
- *GOIZPER [en línia]*
Empresa proveïdora del plat divisor.
Pàgina web: www.goizper.com
- *ESSENTRA [en línia]*
Empresa proveïdora dels cargols, femelles i altres.
Pàgina web: www.essentra.com
- *EATON [en línia]*
Empresa proveïdora del filtre de l'aigua.
Pàgina web: www.eaton.com
- *ELESA+GANTER [en línia]*
Empresa proveïdora dels ancoratges i les nanses.
Pàgina web: www.elesa-ganter-iberica.com
- *DMEEU [en línia]*
Empresa proveïdora dels expulsors.
Pàgina web: www.dmeeu.com
- *CAMPRODÓN [en línia]*
Empresa proveïdora de la cinta transportadora.
Pàgina web: www.camprodon.biz
- *BIG-BAG [en línia]*
Empresa proveïdora dels Big Bags
Pàgina web: www.big-bag.es
- *DEPOSITOS de AGUA [en línia]*
Empresa proveïdora del dipòsit situats a l'inferior de la màquina
Pàgina web: www.depositosdeagua.com.es

iv. PLECS DE CONDICIONS I NORMATIVES.

- 2006/42/CE. *Directiva de màquines*.
- 2006/95/CE. Aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión
- Real Decreto 1644/2008. *Se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas*.

v. GENERAL

- *Normativa Acadèmica de graus i màster [en línia]*. UPC, 2013
Capítol 9. Treball final de grau i de màster
Disponible a: www.epsevg.upc.edu
- *Treballs finals de graus i projectes finals de carrera antics*
Disponibles a: www.upcommons.upc.edu